



**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**PENGUNAAN CITRA SATELIT MULTI-TEMPORAL  
UNTUK KAJIAN PERUBAHAN POLA SUNGAI DAN  
LAHAN DI SEKITAR ALIRAN SUNGAI PASCA ERUPSI  
GUNUNG API  
(STUDI KASUS : SUB DAS KONTO)**

Syahridzal Putra Arinta  
3510100047

Dosen Pembimbing  
Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**PENGUNAAN CITRA SATELIT MULTI-TEMPORAL  
UNTUK KAJIAN PERUBAHAN POLA SUNGAI DAN  
LAHAN DI SEKITAR ALIRAN SUNGAI PASCA ERUPSI  
GUNUNG API  
(STUDI KASUS : SUB DAS KONTO)**

Syahridzal Putra Arinta  
3510100047

Dosen Pembimbing  
Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



**FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

**RIVER PATTERN AND WATERSHED CHANGE STUDY  
AFTER VOLCANIC ERUPTION USING MULTI-TEMPORAL  
SATELLITE IMAGERY  
(Case Study : Konto Sub-Watershed)**

Syahridzal Putra Arinta  
3510100047

Advisor  
Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

**Penggunaan Citra Satelit Multi-Temporal Untuk  
Kajian Perubahan Pola Sungai dan Lahan di Sekitar  
Aliran Sungai Pasca Erupsi Gunung Api  
(Studi Kasus: Sub DAS Konto)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan S-I Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

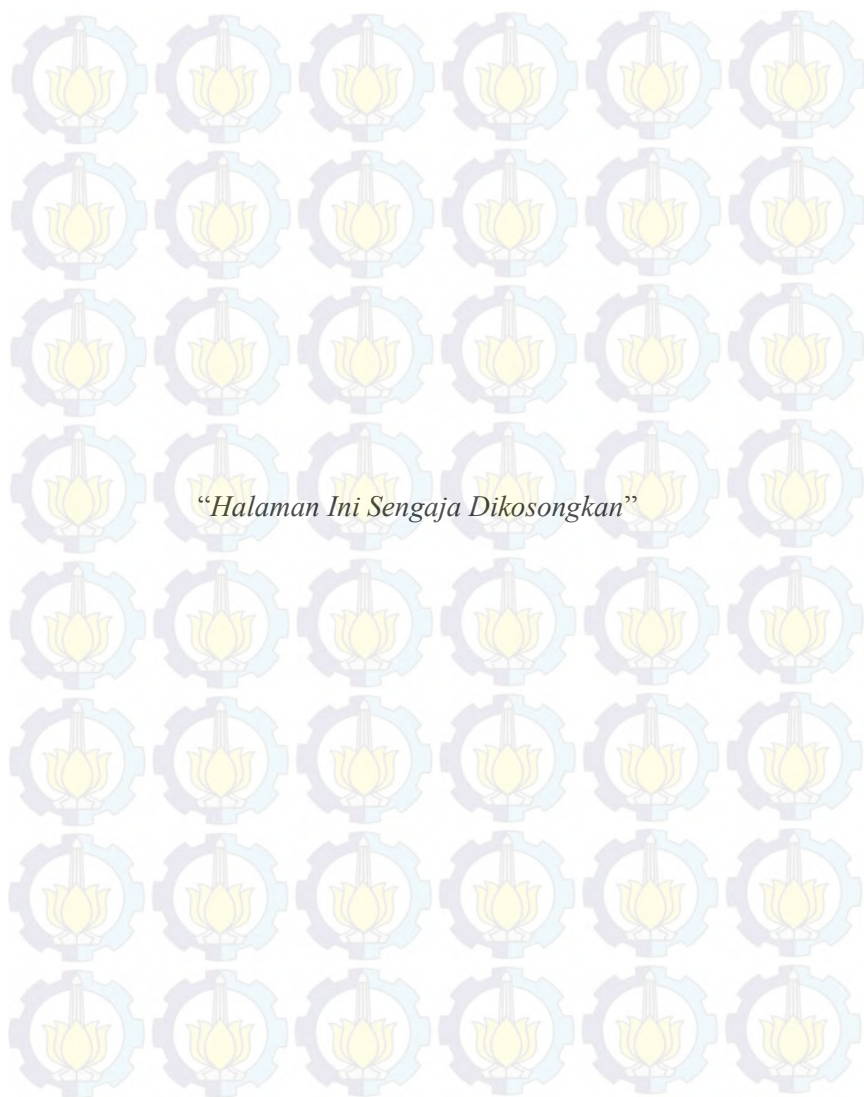
**Syahridzal Putra Arinta  
(3510100047)**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA**  
NIP. 1969 0520 1999 03 1002



**SURABAYA, JANUARI 2015**



**Penggunaan Citra Satelit Multi-Temporal Untuk  
Kajian Perubahan Pola Sungai dan Lahan di Sekitar  
Aliran Sungai Pasca Erupsi Gunung Api  
(Studi Kasus: Sub DAS Konto)**

**Nama :** Syahridzal Putra Arinta  
**NRP :** 3510 100 047  
**Jurusan :** Teknik Geomatika - ITS  
**Pembimbing :** Agung Budi Cahyono, ST.  
M.Sc, DEA

***Abstrak***

*Bencana Letusan Gunung api akan membawa material erupsi (Pyroclastic) dan menyebabkan adanya banjir lahar hujan. Banyaknya material erupsi akan mengubah tata guna lahan serta dapat menimbulkan potensi kerusakan lahan di Area Sub DAS Konto. Selain itu, material erupsi yang terbawa hujan yang sangat kencang dan memiliki debit air yang besar akan menjadi faktor berubahnya bentuk dan Pola Sungai Konto.*

*Untuk memantau perubahan tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap perubahan lahan dan perubahan pola sungai pada Sub DAS Konto sebelum dan setelah terjadinya erupsi Gunung Kelud menggunakan Citra Satelit Multi-Temporal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 sehingga lebih efektif dan efisien terutama untuk daerah yang berubah secara cepat, serta cakupan yang lebih luas. Metode yang dapat digunakan untuk memantau perubahan pola sungai adalah dengan menggunakan Directional Filtering. Sedangkan, untuk perubahan tata guna lahan diklasifikasikan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (supervised classification).*



*Dari hasil pengolahan dan analisis hasil didapatkan bahwa terjadi perubahan pola dan luas pada sebagian aliran sungai Konto sepanjang Kecamatan Kepung, Kab. Kediri sejak Juni 2013 (Pra Erupsi Gunung Kelud) sampai April 2014 (Pasca Erupsi Gunung Kelud) sebesar 46565,77 m<sup>2</sup> atau seluas 4,67 Ha. Kemudian untuk perubahan luas tata guna lahan didapatkan bahwa material erupsi menutupi kelas lain (Badan Air, Sawah, Perkebunan, dll) sebesar 1542,69 Ha.*

**Kata Kunci :** *Erupsi Gunung Api, Citra Satelit Multi-Temporal, Directional Filtering*

# **River Pattern and Watershed Change Study After Volcanic Eruption Using Multi-Temporal Satellite Imagery**

*(Case Study : Konto Sub-Watershed)*

**Name** : Syahridzal Putra Arinta  
**Reg. Number** : 3510 100 047  
**Department** : Geomatics Engineering  
**Advisor** : Agung Budi Cahyono, ST.  
M.Sc, DEA

## ***Abstract***

*Volcanic eruption will carry pyroclastic material and lahars. The number of eruptive material will change the land use which cause many potential damage to land around Sub-watershed of Konto. In addition, the material carried by lahars slide very fast and has a large water debit will change the shape and pattern of Konto River.*

*For monitoring these changes, then conducted a study of land use change and changing river patterns in the sub-watershed of Konto before and after the eruption of Mount Kelud using Multi-Temporal Satellite Imagery. This study is using Landsat satellite 8 that is more effective and efficient, especially for the regions that change rapidly, and wide coverage area. The method can be used for monitoring the changes in the pattern of the river using the Directional Filtering. Meanwhile, for monitoring the changes from land usage were classified using supervised classification.*

*From the results of data processing and analysis we found that there is a change in the pattern of rivers and area in Partly stream of Konto River along the Sub-District of Kepung, Kediri*

*District since June 2013 (Kelud Pre-eruption) until April 2014 (Kelud Post-eruption) area of 46565.77 m<sup>2</sup> or about 4.67 ha. Then the changes in land use shows that the material eruption covering the another class such as The Water class, Rice Field, Plantation, etc. an area of 1542.69 ha.*

**Keywords :** *Volcano Eruption, Multi-Temporal Satellite Imagery, Directional Filtering*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat disusun tugas akhir dengan judul “*Penggunaan Citra Satelit Multi-Temporal Untuk Kajian Perubahan Pola Sungai dan Lahan di Sekitar Aliran Sungai Pasca Erupsi Gunung Api*” dengan studi kasus pada Sub DAS Konto sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Dalam Tugas Akhir ini dijelaskan bagaimana erupsi gunung api mempengaruhi perubahan pola dan bentuk sungai dan perubahan tata guna lahan pada Sub DAS Konto.

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA selaku dosen pembimbing pada penelitian ini yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan pula kepada :

1. Bapak Dr. Ir. M Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika – ITS.
2. Segenap Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Jurusan Teknik Geomatika - ITS.
3. Orang Tua Penulis, Bapak Drs. Choirul Anam, M.MPd dan Ibu Caturini W.D, SPd. Serta Syahrul Fahmi Arsy dan Martha Juita Sari yang telah memberi dukungan dan doa serta bantuan dalam menyusun tugas akhir ini.



4. Teman-teman angkatan 2010 Teknik Geomatika – ITS dan teman-teman HIMAGE-ITS yang telah memberikan dukungan, saran dan kritikan kepada penulis.
5. Semua pihak yang telah membantu terselesainya tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karuniaNya dan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Januari 2015

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pola Sungai .....	7
2.2 Daerah Aliran Sungai .....	10
2.3 Erupsi Gunung Kelud .....	11
2.4 Aliran Lahar Dingin .....	14
2.5 Penginderaan Jauh .....	16
2.6 Pengolahan Data Penginderaan Jauh .....	20
2.6.1 Koreksi Geometrik .....	21
2.6.2 Pemotongan Citra ( <i>Cropping</i> ) .....	24
2.6.3 Penajaman Citra ( <i>Image Enhancement</i> ) .....	24
2.6.4 Filter Spasial ( <i>Spatial Filtering</i> ) .....	25
2.6.5 Interpretasi Citra Satelit .....	29

2.6.6 Klasifikasi Citra .....	30
2.6.7 Uji Ketelitian Klasifikasi .....	32
2.6.8 Check Lapangan ( <i>Ground Truth</i> ) .....	34
2.7 Citra Satelit Landsat 8 .....	34
2.8 Tutupan Lahan .....	37
2.9 Penelitian Terdahulu .....	38
2.9.1 Analisis Perubahan Penggunaan Dan Tutupan Lahan Menggunakan Satelit Penginderaan Jauh: Studi Kasus Wilayah Sekitar Delta River State, Nigeria .....	38
2.9.2 Analisa Perubahan Pola Dan Tata Guna Lahan Sungai Bengawan Solo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal: Studi Kasus Kabupaten Lamongan .....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian .....	41
3.2 Peralatan Dan Data .....	42
3.2.1 Peralatan .....	42
3.2.2 Data .....	42
3.3 Tahapan Penelitian .....	44
3.4 Pengolahan Data .....	46
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Hasil .....	53
4.1.1 Citra .....	53
4.1.2 <i>Mosaick</i> Dan Pemotongan Citra ( <i>Cropping Area</i> ).....	54
4.1.3 Koreksi Geometrik .....	55
4.1.4 Penggunaan Filter Directional ( <i>Directional Filtering</i> ) .....	60

4.1.5 Hasil Klasifikasi <i>Supervised</i> .....	62
4.2 Analisis .....	65
4.2.1 Perubahan Pola Sungai Konto Setelah Terjadi Erupsi .....	65
4.2.2 Perubahan Tata Guna Lahan .....	69
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA	
BIODATA PENULIS	
LAMPIRAN	





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Proses Pembentukan Morfologi Sungai	
Gambar 2.2	Sungai Dendritik .....	9
Gambar 2.3	Sungai Rectangular .....	10
Gambar 2.4	Sungai Trellis .....	10
Gambar 2.5	Sungai Radial .....	10
Gambar 2.6	Visualisasi Kawasan Rawan Bencana Gunung Kelud dan Aliran Sungai Lahar Dingin .....	13
Gambar 2.7	Ilustrasi Terjadinya Aliran Lahar Dingin .....	15
Gambar 2.8	Perbedaan Bentuk Sungai Pada Saat Normal dan Pada Saat Banjir Lahar Dingin .....	16
Gambar 2.9	Sistem Penginderaan Jauh .....	17
Gambar 2.10	Sistem Elektromagnetik .....	19
Gambar 2.11	Interaksi Antara Tenaga Elektromagnetik dengan Benda di Permukaan Bumi .....	20
Gambar 2.12	Proses Transformasi dari Sistem Koordinat Citra Menjadi Koordinat Geografis .....	21
Gambar 2.13	Landsat 8 .....	36
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian, Sub DAS Konto Bendung Jatim Lerek – DAS Brantas Jawa Timur .....	42
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	44
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahapan Pengolahan Data .....	47
Gambar 4.1	Proses Penggabungan Citra .....	54
Gambar 4.2	<i>Cropping</i> Citra .....	54
Gambar 4.3	Sebaran GCP Pada Citra Satelit Sebelum Erupsi .....	55
Gambar 4.4	Nilai RMS Error dari Setiap Titik GCP dari Software Pengolah Citra .....	57
Gambar 4.5	Sebaran GCP Pada Citra Setelah Erupsi .....	57
Gambar 4.6	Nilai RMS Error dari Setiap Titik GCP dari Software Pengolah Citra .....	59
Gambar 4.7	Input Besaran Sudut Pada <i>Directional Filter</i> ..	60

Hasil *Directional Filtering* Pada Citra Landsat

8 Pra-Erupsi .....	61
Gambar 4.9 Hasil <i>Directional Filtering</i> Pada Citra Landsat	
8 Pra-Erupsi .....	61
Gambar 4.10 Peta Hasil Klasifikasi Pra-Erupsi .....	63
Gambar 4.11 Peta Hasil Klasifikasi Pasca-Erupsi .....	65
Gambar 4.12 Sebagian Aliran Sungai Konto, Pra dan Pasca	
Erupsi Gunung Kelud 2014 .....	67
Gambar 4.13 Grafik Perubahan Luas Tata Guna Lahan .	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data Tinggi Asap Letusan, Beban Aerosol di Stratosfer dan Penurunan Suhu di Belahan Bumi Utara, dari Beberapa Erupsi Besar dalam Sejarah	12
Tabel 2.2	Parameter-Parameter Orbit Satelit Landsat 8 .....	35
Tabel 2.3	Karakteristik Band Citra Satelit Landsat 8 .....	37
Tabel 4.1	Nilai RMS Error Untuk Citra Landsat 8 Pra-Erupsi .....	56
Tabel 4.2	Nilai RMS Error Untuk Citra Landsat 8 Pasca-Erupsi .....	58
Tabel 4.3	Luas Kelas Tutupan Lahan Pra-Erupsi .....	62
Tabel 4.4	Luas Kelas Tutupan Lahan Pasca-Erupsi .....	64
Tabel 4.5	Perubahan Bentuk dan Pola Sungai Konto .....	66
Tabel 4.6	Perubahan Luas Sebagian Aliran Sungai Konto ...	68



The background of the page is a repeating pattern of interlocking gears and lotus flowers. The gears are light blue and the lotus flowers are yellow. The pattern is arranged in a grid-like fashion, with the gears and lotus flowers interlocking in a way that creates a continuous, seamless design.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Data Citra
- LAMPIRAN 2 Metadata Citra
- LAMPIRAN 3 Hasil Perhitungan Nilai  $RMS_{Error}$
- LAMPIRAN 4 Hasil Perhitungan Uji Ketelitian klasifikasi
- LAMPIRAN 5 Dokumentasi *GroundTruth*
- LAMPIRAN 6 Peta Hasil Perubahan Pola Sungai Konto dan  
Peta Perubahan Tata Guna Lahan di Area Sub  
DAS Konto



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Jumlah gunung api di Indonesia cukup banyak dan tersebar di hampir semua pulau utama di Indonesia kecuali Kalimantan. Termasuk didalamnya yaitu Gunung Kelud. Gunung Kelud merupakan salah satu gunung berapi paling aktif di Indonesia. Sejak tahun 1000 M, Gunung Kelud telah meletus lebih dari 30 kali (Andersen, 2014).

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Letusan gunung api merupakan bagian dari aktivitas vulkanik yang dikenal dengan istilah erupsi. Sedangkan bahaya letusan gunung api dapat berupa awan panas, lontaran material (pijar), hujan abu lebat, lava, gas racun, tsunami dan banjir lahar (BNPB Indonesia, 2012). Ciri Khas dari Gunung Kelud ini adalah adanya danau kawah, yang dalam kondisi letusan dapat menghasilkan aliran lahar letusan dalam jumlah besar, dan membahayakan penduduk sekitarnya, Gunung ini memiliki tipe stratovulkanik dengan karakteristik letusan eksplosif. Sejak tahun 1300 Masehi, gunung ini tercatat aktif meletus dengan rentang jarak waktu yang relatif pendek (9-25 tahun), menjadikannya sebagai gunung api yang berbahaya bagi penduduk yang tinggal disekitarnya.

Mangelsdorf & Scheuermann (1980) mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya perubahan alur morfologi sungai. Disebutkan diatas adalah proses geologi, salah satunya yaitu erupsi gunung api yang membawa proses turunan yaitu lahar dingin.



Aliran Lahar ini akan sejalan dengan aliran air sungai atau bangunan penahan aliran lahar, biasa disebut “sabo”. Selain itu aliran lahar yang sangat kencang dan memiliki debit air yang besar akan menjadi faktor berubahnya bentuk dan morfologi sungai. Menurut BMKG, banjir lahar dingin ini mengalirkan 105 juta meter kubik material Gunung Kelud melalui 11 sungai yang berhulu di gunung itu dan mengancam 28 desa di Kabupaten Blitar dan 6 desa di Kabupaten Kediri. Dampak lahar dingin terhadap lahan disekitar aliran atau bantaran sungai merupakan bahaya sekunder yang perlu diwaspadai. Khususnya terhadap lahan pertanian karena akan terjadinya pengurangan kesuburan lahan pertanian, akibat tergerus atau tertutup lahar. Wilayah yang kemungkinan terdampak lahar dingin adalah yang dekat dengan bantaran sungai. Lahar dingin lebih miskin akan kandungan unsur yang bermanfaat bagi tanaman, oleh karena sudah tercuci oleh air. Selanjutnya, lahan pertanian yang terdampak lahar dingin ini memerlukan tambahan unsur yang cepat tersedia dengan menggunakan pupuk atau sejenisnya (FP UGM, 2014). Maka dari itu, diperlukan data yang tepat secara spasial mengenai perubahan lahan yang terjadi di sekitar aliran sungai yang terkena lahar dingin.

Dengan pemantauan perubahan bentuk Sungai Konto yang menjadi salah satu aliran lahar dingin erupsi Gunung Kelud ini, diharapkan nantinya akan diketahui pola dan besar perubahan luas terhadap tutupan lahan, kemudian dilakukan analisis apakah perubahan luas tersebut memenuhi kriteria untuk dikatakan daerah rawan atau tidak. Sehingga, dapat menjadi suatu pedoman bagi tindakan penanggulangan dan mitigasi bencana gunung api dan pembuatan zonasi daerah rawan bencana akibat gunung api.

Untuk mengidentifikasi perubahan fitur dan objek digunakan klasifikasi *supervised* (terselia). Salah satu

metode yang klasifikasi pada klasifikasi terbimbing yang digunakan untuk klasifikasi tutupan lahan yaitu klasifikasi berdasarkan kemiripan maksimum (*maximum likelihood*). (Danoedoro, 1996). Sedangkan untuk mengetahui perubahan pola sungai yang meliputi bentuk, luas dan panjang sungai digunakan metode *spatial filtering*. Berbagai metode dalam filtering dapat digunakan untuk menonjolkan aspek fisiografi pada citra. Melalui teknik pemfilteran, variasi relief yang kurang jelas pada citra asli dapat ditonjolkan, sehingga topografi suatu bentuklahan tertentu dapat dibedakan dari yang lain secara lebih baik (Danoedoro, 1996).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana melakukan analisis perubahan Pola pada Sungai Konto dalam cakupan luas sungai pada sebagian Aliran Sungai Konto akibat aliran lahar dingin pasca erupsi Gunung Kelud tahun 2014 dengan menggunakan citra satelit multi-temporal?
- b. Bagaimana perubahan luas lahan yang terjadi akibat luapan material erupsi di Sub - DAS Konto pasca erupsi Gunung Kelud tahun 2014 dengan menggunakan citra satelit multi-temporal?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. Wilayah studi dari penelitian ini adalah Sub DAS Konto, Waduk Jatimlerek.
- b. Penelitian ini menitik-beratkan perubahan fisik pola (lebar dan luas) sungai dan tutupan lahan di Area Sub DAS Konto Waduk Jatim lerek pada saat sebelum terjadi erupsi Gunung Kelud dan sesudah terjadinya erupsi Gunung Kelud.

- c. Perubahan Pola Sungai hanya diteliti pada aliran Sungai Konto yang mengalir di Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri.
- d. Citra satelit yang digunakan berupa citra satelit Landsat 8 OLI Sebelum Erupsi (*Path/Row* 118/066 Tanggal 26 Juni 2013 dan *Path/Row* 118/065 28 Juli 2013) dan Landsat OLI Sesudah Erupsi (*Path/Row* 118/066 Tanggal 10 April 2014 dan *Path/Row* 118/065 26 April 2014)
- e. Analisa perubahan pola dan tata guna lahan disekitar sungai Konto dilakukan dengan cara membandingkan data citra satelit yang diambil sebelum erupsi Gunung Kelud dan sesudah Gunung Kelud.
- f. Perubahan tata guna lahan dari Bulan Juni 2013 – April 2014 menitik-beratkan pada perubahan akibat erupsi Gunung Kelud.
- g. Metode yang digunakan untuk pengamatan perubahan pola sungai adalah metode *filter directional* dan perubahan tata guna lahan menggunakan metode *Supervised Classification*.
- h. Hasil Penelitian berupa peta pola Sungai Konto di Kecamatan Kepung dan peta tata guna lahan pada Sub DAS Konto.

### 1.3 Tujuan

- a. Menganalisis bentuk dan pola Sungai Konto yang mengalir Sub DAS Konto sebelum dan sesudah erupsi Gunung Kelud tahun 2014.
- b. Menganalisis perubahan luas yang terjadi terhadap lahan disekitar aliran sungai pada Sub DAS Konto pasca luapan lahar dingin pasca erupsi Gunung Kelud pada Februari 2014.
- c. Membuat peta sebagai informasi terkait perubahan pola sungai serta bahaya kerusakan lahan yang ditimbulkan terkait perubahan morfologi sungai tersebut.



#### 1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan masukan kepada pemerintah atau institusi yang terkait dengan pengelolaan aliran sungai dan penanggulangan bencana sebagai bahan kajian baru dalam hal perkuatan sungai dan tata ruang terkait aliran sungai yang menjadi aliran lahar dingin pada saat erupsi gunung api. Selain itu juga memberikan informasi kepada masyarakat agar lebih memperhatikan kelayakan hunian atau tempat tinggal, dan lahan yang lain seperti sawah, kebun, dan sebagainya untuk memastikan apakah lokasi yang dipilih telah aman dari bencana khususnya bencana luapan lahar dingin atau lahar hujan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pola Sungai**

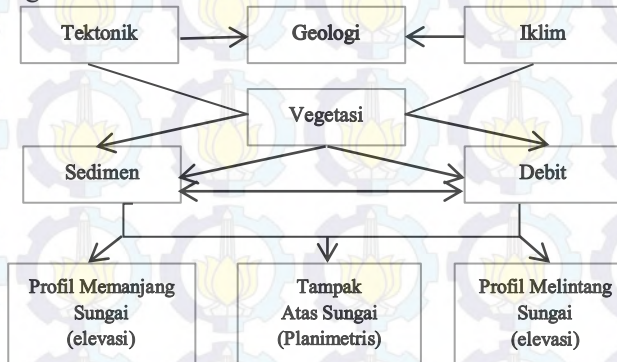
Sungai adalah air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Arus air di bagian hulu sungai (umumnya terletak di daerah pegunungan) biasanya lebih deras dibandingkan dengan arus sungai di bagian hilir. Aliran sungai seringkali berliku karena terjadinya proses pengikisan dan pengendapan di sepanjang sungai.

Faktor dominan yang berpengaruh terhadap pembentukan permukaan bumi adalah aliran air, termasuk didalamnya sungai permukaan. Aliran air ini melintasi permukaan bumi dan membentuk alur aliran sungai atau morfologi sungai tertentu. Morfologi sungai tersebut menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik-hidrologi, hidraulika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi-flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

Faktor yang berpengaruh terhadap perubahan morfologi sungai tidak hanya faktor abiotik dan biotik namun juga campur tangan manusia dalam aktivitasnya mengadakan pembangunan-pembangunan di wilayah sungai (sosia-antropogenik). Pengaruh campur tangan manusia ini dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alamiah biotik dan abiotik saja.

Mangelsdorf & Scheuermann (1980) mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut

disajikan pada grafik dibawah ini. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya alur morfologi sungai.



Gambar 2.1 Sistem proses pembentukan morfologi sungai (Mangelsdorf & Scheuermann, 1980)

Selanjutnya dengan adanya debit air yang mengalir, proses angkutan material sedimen dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah berlangsung dan diikuti hidupnya vegetasi di sepanjang sungai. Proses yang berlangsung jutaan tahun ini akan membentuk geometri sungai dengan tampang memanjang dan melintang yang spesifik yang menggambarkan keterkaitan antara faktor-faktor biotik dan abiotik yang bersangkutan, termasuk didalamnya proses geologi, khususnya lahar yang masuk ke sungai pasca erupsi gunung api atau yang dikenal dengan lahar dingin atau lahar hujan.

Aliran air tawar dari sumber alami di daratan dan bermuara ke danau, laut, samudera atau sungai lain yang lebih besar. Berdasarkan asal airnya sungai dibagi atas:

1. Sungai hujan, adalah sungai yang airnya berasal dari air hujan atau sumber mata air dan daerah alirannya ditutupi oleh vegetasi.

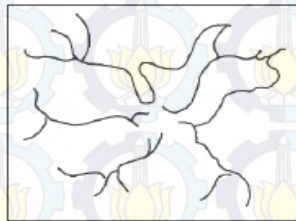


2. Sungai Gletser, adalah sungai yang airnya berasal dari pencairan es didaerah yang beriklim sedang atau kutub.
3. Sungai campuran, adalah sungai yang airnya berasal dari pencairan es (gletser) dari hujan, dan dari sumber mata air. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo di Papua (Irian Jaya).

Cotton (1949), menyatakan bahwa letak, bentuk dan arah aliran sungai, dipengaruhi antara lain oleh lereng dan ketinggian, perbedaan erosi, struktur jenis batuan, patahan dan lipatan, merupakan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan bentuk genetik dan pola sungai.

Pola sungai adalah kumpulan dari sungai yang mempunyai bentuk yang sama, yang dapat menggambarkan keadaan profil dan genetik sungainya (Sandy, 1985). Lebih jauh dikemukakan bahwa ada empat pola aliran sungai yaitu :

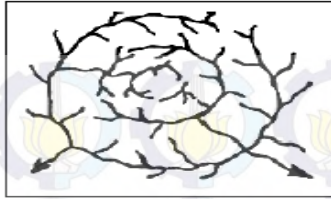
1. Pola dendritik, bentuknya menyerupai garis-garis pada penampang daun, terdapat di struktur batuan beku, pada pengunungan dewasa.



Gambar 2.2 Sungai Dendritik

2. Pola retangular, umumnya terdapat di struktur batuan beku, biasanya lurus mengikuti struktur patahan, dimana sungainya saling tegak lurus.





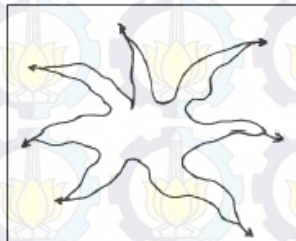
Gambar 2.3 Sungai Rectangular

3. Pola trellis, pola ini berbentuk kuat mengikuti lipatan batuan sedimen. Pada pola ini terdapat perpaduan sungai konsekwen dan subsekwen.



Gambar 2.4 Sungai Trellis

4. Pola radial, pola ini berbentuk mengikuti suatu bentukan muka bumi yang cembung, yang merupakan asal mula sungai konsekwen.



Gambar 2.5 Sungai Radial

## 2.2. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai menurut Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (2004:8) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan

dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang merupakan kesatuan ekosistem yang terbentuk secara alamiah untuk menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS akan terbagi habis ke dalam sub DAS yang ada dibawah kawasan DAS.

Menurut Asdak (2002), ekosistem DAS biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15%, bukan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan dengan kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi oleh tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan gambut/bakau.

### **2.3. Erupsi Gunung Kelud**

Letusan gunung api merupakan bagian dari aktivitas vulkanik yang dikenal dengan istilah erupsi. Sedangkan bahaya letusan gunung api dapat berupa awan panas, lontaran material (pijar), hujan abu lebat, lava, gas racun, tsunami dan banjir lahar (BNPB, 2012).

Tabel 2.1. Data Tinggi Asap Letusan, Beban Aerosol di Stratosfer dan Penurunan Suhu di Belahan Bumi Utara, dari Beberapa Erupsi Besar dalam Sejarah (Rampino & Self, 1984)

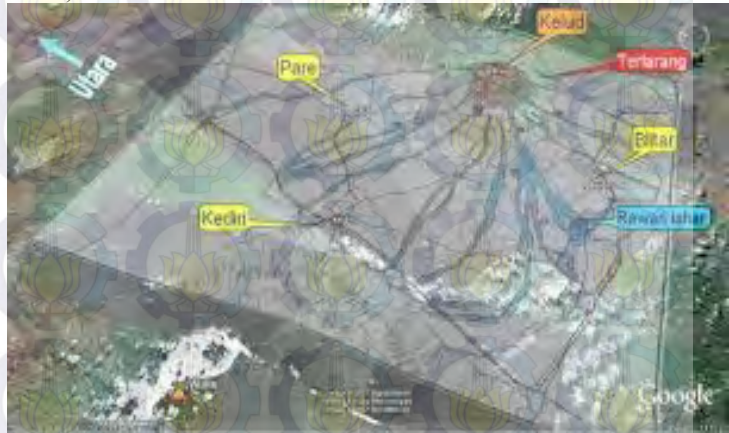
Gunung (Tahun Erupsi)	VEI	Vol. Magma (km <sup>3</sup> )	Tinggi Asap Letusan (km)	Aerosol H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Kg)	Penurunan Suhu (°C)
Laki (1783)	4	0,3	-	-	1
Tambora (1815)	7	>50	>40	2x10 <sup>11</sup>	0,4-0,7
Krakatau (1883)	6	>10	>40	5x10 <sup>10</sup>	0,3
St. Maria (1902)	6	9	>30	<2x10 <sup>10</sup>	0,4
Katnai (1912)	6	15	>27	<2x10 <sup>10</sup>	0,2
St Helens (1980)	5	0,35	22	3x10 <sup>10</sup>	0-0,1
Agung (1963)	4	0,3-0,6	18	1-2x10 <sup>10</sup>	0,3
El Chichon (1982)	4	0,3-0,35	26	-	0,4-0,6

Ket : VEI = Volcano Explosivity Index

Dalam abad XX tercatat telah lima kali letusan magmatik Gunung Kelud (1731 m), yaitu pada tahun 1901, 1919, 1951, 1966, dan 1990. Gunung api ini dikenal di dunia karena bencana lahar letusan yang terjadi pada tahun 1919, dan menelan jiwa korban lebih dari 5.000 orang. Kajian atas proses, tipe dan produk letusan Gunung Kelud yang terjadi pada tanggal 10 Februari 1990 memberikan kejelasan karakteristik letusan gunung api ini, yaitu bertipe St. Vincent dengan tinggi tiang asap letusan mencapai lebih dari 10 km memuntahkan 150-200 juta m<sup>3</sup> rempah letusan (piroklastik) dalam waktu yang relatif singkat (kurang dari 10 jam). Lahar letusan terjadi jika volume air danau kawah mencapai lebih dari 5 juta m<sup>3</sup> dan dampak letusan yang memusnahkan kawasan puncak gunung api ini, paling tidak dalam radius 5 km dari titik erupsi akibat serukan (*surge*) awan panas letusan. Setiap letusannya selalu diakhiri dengan pembentukan sumbat



lava pada lubang kepundannya. Lebih dari 30 letusan gunung api ini tercatat sejak tahun 1901 (Pratomo, 2006).



Gambar 2.6 Visualisasi Kawasan Rawan Bencana Gunung Kelud dan Aliran Sungai Lahar Dingin  
(Sumber : <http://www.beritametro.co.id/peristiwa/kelud-lahar-dingin-mengancam>)

Berdasarkan kajian sekuen letusan Gunung Kelud pada tahun 1990, pada gunung api yang mempunyai danau kawah, proses erupsi selalu diawali oleh letusan uap (freatik), kemudian berkembang menjadi letusan *freato-magmatik* yang disertai serukan (surge) hingga letusan magmatik yang menghasilkan skorja dan batuapung, terjadi dalam waktu relatif singkat (kurang dari 10 jam). Lahar letusan tidak terjadi pada letusan tahun 1990, karena isi (*volume*) danau kawah pada saat terjadi letusan tidak lebih dari 2,5 juta m<sup>3</sup> (Pratomo, 2006).

#### 2.4. Aliran Lahar Dingin

Selain ancaman lava, lahar, dan awan panas kini hujan deras menyebabkan daerah di sekitar gunung berapi menjadi rawan bahaya lahar dingin. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), yang dimaksud dengan lahar dingin adalah endapan bahan lepas (pasir, kerikil, lapili, bongkah batu, dsb) di sekitar lubang kepundan gunung api yg bercampur air hujan dan meluncur memasuki lembah dan sungai (ketika hujan turun).

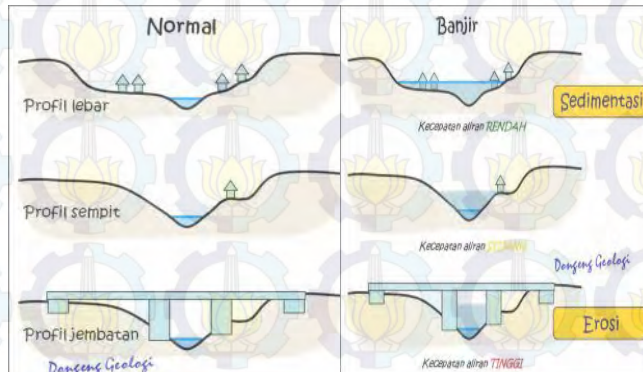
Aliran Lahar (*Lahar flow*) merupakan istilah Indonesia untuk menyebut aliran lumpur vulkanik dan sudah digunakan secara internasional untuk menyatakan jenis aliran lumpur vulkanik. Seorang penulis dari Department of Geological Sciences, University of Washington, Lee H. Fairchild tahun 1987 menulis tentang kejadian aliran lahar di Mount St. Helens dengan judul “The Importance of lahar initiation processes”. Di Indonesia aliran lahar dikenal sebagai aliran lahar hujan, karena biasanya aliran lahar terbentuk dari air hujan bercampur endapan material piroklastik hasil letusan gunungapi. Jika endapan piroklastik pembentuk aliran lahar masih panas yang terjadi adalah lahar hujan dengan temperature tinggi disebut *lahar panas*. Namun jika material piroklastiknya sudah dingin dan tergerus air yang terbentuk adalah aliran lahar hujan yang tidak panas disebut sebagai *lahar dingin*.

Jutaan meter kubik endapan piroklastik yang labil mengendap di puncak, lereng gunung maupun di dasar sungai saat terjadinya letusan, dan apabila terjadi intensitas dan akumulasi hujan yang cukup tinggi material tersebut mudah menjadi aliran lahar yang dalam terminologi teknis disebut sebagai aliran debris. Aliran debris mempunyai daya rusak yang besar terhadap kehidupan manusia dan parasarana dan sarana yang terlanda (Kusumosubroto dkk, 2008). Sistem sabo adalah sebagai upaya dalam mengantisipasi dan mengendalikan aliran lahar. Bangunan sabo (sabo dam) merupakan salah satu bangunan yang paling dominan dalam penerapan sistem sabo karena mempunyai fungsi untuk menampung, menahan, serta mengendalikan aliran sedimen.

Lahar dingin atau lahar hujan membawa material piroklastik yang diakibatkan oleh adanya curah hujan yang sangat deras. Curah hujan deras adalah curah hujan dengan intensitas 40-70 mm yang terjadi selama



dua jam atau lebih. Pada kriteria tersebut kemungkinan terjadinya banjir lahar dingin akan semakin meningkat.



Gambar 2.8 Perbedaan bentuk sungai pada saat normal dan pada saat banjir lahar dingin

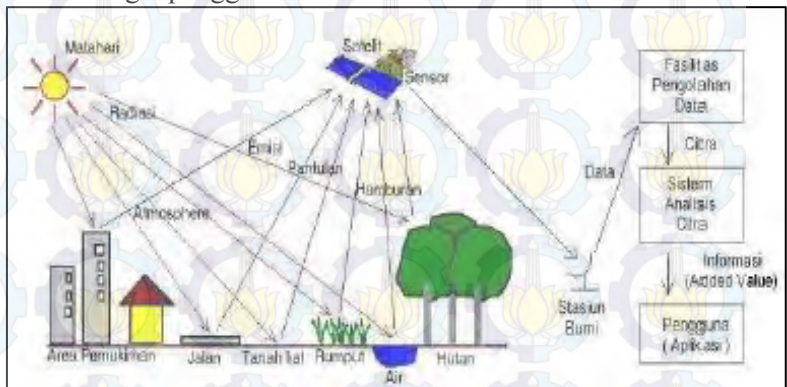
(Sumber: <http://rovicky.wordpress.com/2010/12/02/bahaya-lahar-hujan-erosi-sedimentasi-dan-suhu>)

Pada saat dialiri lahar dingin, sungai akan memiliki debit yang jauh lebih besar sehingga memerlukan penampang yang jauh lebih lebar untuk mengalirkan airnya. Ketika aliran sungai ini sangat besar maka tentunya tinggi muka air sungai akan meningkat. Selain meningkat kecepatan alirannyapun juga semakin besar. Hal ini akan menyebabkan bentuk sungai bahkan morfologi sungai akan berubah karena tergerus aliran lahar dingin. Dengan demikian kita tahu bahwa ancaman lahar hujan ini adalah, sedimentasi, erosi, serta kemungkinan panas yang masih tinggi.

## 2.5. Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh adalah ilmu atau teknik dan seni untuk mendapatkan informasi tentang objek, wilayah, gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dari suatu alat tanpa berhubungan langsung dengan

objek, wilayah, gejala yang sedang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 2004). Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen (komponen), meliputi: sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan dan berbagai pengguna data.



Gambar 2.9 Sistem Penginderaan Jauh  
(Sutanto,1994)

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif.

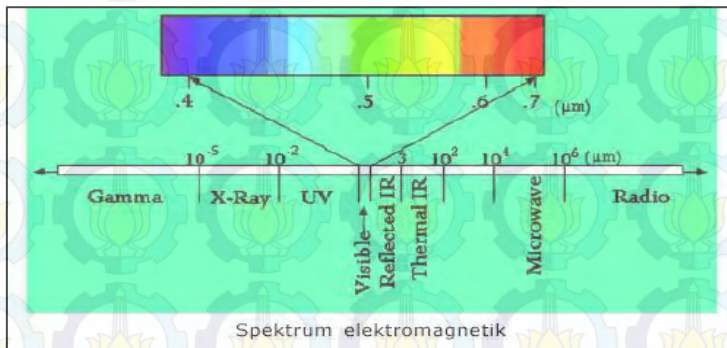
1. Sistem pasif menggunakan sumber tenaga utama dari alam atau sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga tersebut biasanya berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem pasif ini antara lain Landsat, Aster, SPOT, MOS, Ikonos, Quick Bird dan lainnya.
2. Sistem aktif menggunakan sumber tenaga utama dari sumber energi buatan yaitu berupa tenaga elektromagnetik yang terintegrasi dengan wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan



sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS, SAR dan lainnya.

Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu benda atau obyek kenampakan di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting, yaitu bagian tenaga yang di serap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra. Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand and Kiefer, 2004 ).

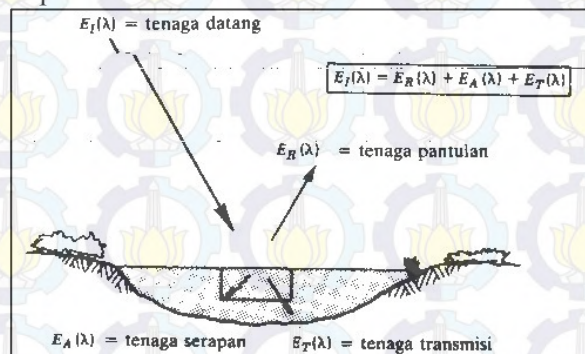
Distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran pada sistem penginderaan jauh sesuai dengan letak panjang gelombangnya, yaitu terletak pada bagian-bagian spektrumnya. Pembagian spektrum elektromagnetik yang digunakan pada penginderaan jauh terletak secara berkesinambungan mulai dari ultraviolet hingga gelombang mikro.



Gambar 2.10 Spektrum Elektromagnetik  
(Lillesand and Kiefer, 2004)

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang. Pengaruhnya bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Pada jendela atmosfer terdapat hambatan atmosfer, yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum inframerah termal. Hamburan pada spektrum cahaya tampak merupakan penyebaran arah radiasi oleh partikel – partikel di atmosfer yang tidak dapat diprediksi. Hamburan yang dapat terjadi pada spektrum cahaya tampak di atmosfer diantaranya : hamburan *Rayleigh*, hamburan *mie*, hamburan non selektif.

Interaksi tenaga dengan obyek atau benda sesuai dengan asas kekekalan tenaga, maka ada tiga interaksi apabila tenaga mengenai suatu benda, yaitu dipantulkan, diserap dan diteruskan/ditransmisikan.



Gambar 2.11 Interaksi antara Tenaga Elektromagnetik dengan Benda di Permukaan Bumi (Lillesand and Kiefer, 2004).

Pada wahana dipasang sensor yang letaknya jauh dari obyek yang diindera, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Tiap sensor memiliki kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Di samping itu juga kepekaannya berbeda dalam merekam obyek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. Batas kemampuan memisahkan setiap obyek dinamakan resolusi. Resolusi suatu sensor merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam objek. Empat resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yaitu :

1. Resolusi spasial adalah ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat direkam, semakin baik kualitas sensornya.
2. Resolusi spektral merupakan daya pisah obyek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.
3. Resolusi radiometrik adalah kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal.
4. Resolusi temporal menunjukkan perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang (Purwadhi, 2001)

## **2.6. Pengolahan Data Penginderaan Jauh**

Langkah yang diperlukan dalam proses pengolahan data penginderaan jauh atau citra satelit, antara lain :



### **2.6.1 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik bertujuan untuk mereduksi terjadinya distorsi geometrik pada citra. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari hubungan antara sistem koordinat citra dengan sistem koordinat geografis (sistem koordinat tanah) menggunakan *Ground Control Point* (GCP).

Penyebab kesalahan geometrik antara lain :

- a. Distorsi sistematis antara lain disebabkan distorsi panoramik, kecepatan platform, rotasi bumi dan perspektif.
- b. Distorsi nonsistematis biasanya disebabkan karena ketinggian dan posisi satelit yang berubah-ubah pada saat merekam permukaan bumi (Jensen, 1986).

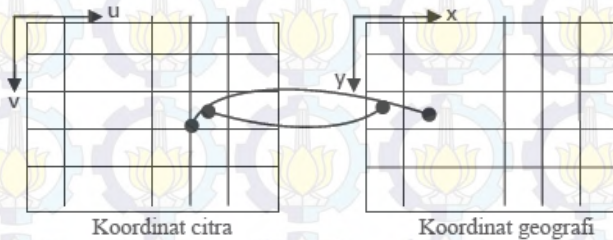
Tujuan dilakukannya koreksi geometrik antara lain:

- a. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau multi temporal
- b. Melakukan rektifikasi (perbaikan) dan restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
- c. Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu (Purwadhi, 2001).

Koreksi geometrik dilakukan dengan proses transformasi, yang dapat ditetapkan melalui hubungan sistem koordinat citra ( $u,v$ ) dan sistem koordinat geografis ( $x,y$ ). Gambar 2.12 dibawah ini



menjelaskan tentang Proses transformasi dari sistem koordinat citra menjadi koordinat geografis.



Gambar 2.12 Proses transformasi dari sistem koordinat citra menjadi koordinat geografis (Purwadhi, 2001).

Koreksi geometrik yang sering digunakan diantaranya adalah rektifikasi geometrik (*geometric rectification*) dan registrasi geometrik (*geometric registration*).

- a. Rektifikasi geometrik (*geometric rectification*)  
 Rektifikasi adalah proses membuat geometrik citra menjadi planimetrik (Harlick, 1973). Prosesnya adalah dengan cara mencari nilai koordinat *pixel* GCP (baris dan kolom) dengan koordinat peta (tanah) yang sesuai seperti dalam meter untuk proyeksi peta Mercator. Rektifikasi merupakan koreksi geometrik yang presisi karena tiap *pixel* tidak hanya dapat dinyatakan dalam baris dan kolom tetapi juga dalam bentuk lintang dan bujur atau meter dalam sistem proyeksi peta yang baku setelah proses koreksi geometrik selesai. Koreksi ini juga digunakan jika ingin didapatkan luas area yang akurat dan arah serta jarak yang tepat pada

citra. Rektifikasi pada umumnya disebut juga *image-to-map rectification*.

b. Registrasi geometrik (*geometric registration*)

Kadangkala dalam penggunaan citra tidak diperlukan ketelitian geometrik yang tinggi, misalnya membandingkan dua citra yang sama yang didapatkan pada waktu yang berbeda untuk melihat perubahan yang terjadi pada daerah liputan citra. Rektifikasi untuk kedua citra dapat digunakan, tetapi mungkin hal ini tidak perlu dilakukan. Dalam hal ini registrasi citra dapat digunakan, yaitu meregistrasi (menyesuaikan) posisi citra yang satu dengan citra yang lain atau mentransformasikan koordinat citra yang satu kedalam koordinat citra yang lain. Proses ini dikenal sebagai *image-to-image registration*.

Kedua metode diatas pada dasarnya menggunakan prinsip pengolahan citra (*image processing*) sama. Perbedaanya pada rektifikasi citra yang dijadikan acuan (referensi) adalah peta dengan proyeksi yang baku, sedangkan pada registrasi acuannya adalah citra. Perlu dicatat bahwa jika suatu citra dijadikan acuan untuk meregistrasi citra citra lain, maka citra yang diregistrasi akan mengalami kesalahan geometrik yang terjadi pada citra yang dijadikan acuan. Karena itu untuk koreksi citra yang banyak digunakan adalah rektifikasi citra dengan acuan peta standar.

Menurut Masita (2008) Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi atau ketelitian citra untuk koreksi geometrik adalah:

- Jumlah titik kontrol yang dipakai
- Penyebaran titik kontrol pada citra
- Identifikasi posisi titik pada citra
- Ketelitian peta acuan

### 2.6.2 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra bertujuan untuk membatasi daerah penelitian dan memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan citra.

### 2.6.3 Penajaman Citra (*Image Enhancement*)

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan mutu citra, baik untuk memperoleh keindahan gambar maupun untuk kepentingan analisa citra. Penajaman citra penginderaan jauh dilakukan sebelum interpretasi visual dan kadang dipakai analisa kuantitatif (Purwadhi, 2001).

Operasi penajaman dimaksudkan untuk mempertajam kontras yang tampak pada ujud gambaran yang terekam dalam citra. Penajaman kenampakan objek dapat dicirikan dalam dua hal, yaitu :

#### a. Operasi titik

Mengubah nilai kecerahan (*brightness value*) setiap *pixel* di dalam suatu data citra secara terpisah dari nilai kecerahan *pixel* yang lain.

#### b. Operasi lokal

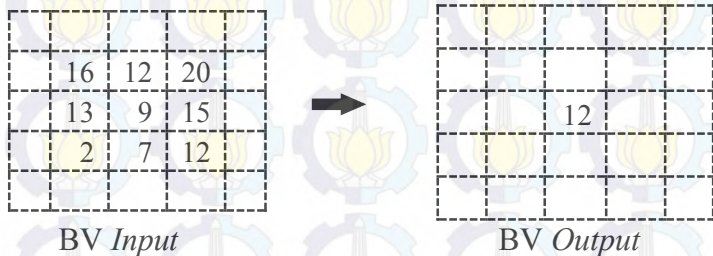
Mengubah nilai kecerahan tiap *pixel* yang berhubungan dengan nilai kecerahan *pixel* di sekitarnya (*neighbor*) (Purwadhi, 2001).



#### 2.6.4 Filter Spasial (*Spatial Filtering*)

Filter spasial merupakan operasi lokal berdasarkan manipulasi kenampakan spasial dengan cara pengurangan kejelasan atau kecerahan citra. citra baru hasil *spatial filtering* dihitung berdasarkan *pixel* yang ada di sekitarnya. *Spatial filtering* berguna untuk penajaman kenampakan spasial objek dengan cara mengurangi *noise*.

Berbagai metode dalam filtering dapat digunakan untuk menonjolkan aspek fisiografi pada citra. Melalui teknik pemfilteran, variasi relief yang kurang jelas pada citra asli dapat ditonjolkan, sehingga topografi suatu bentuklahan tertentu dapat dibedakan dari yang lain secara lebih baik (Projo Danoedoro, 1996). Aplikasi filtering dalam menonjolkan aspek fisiografi dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya dengan filter high pass, laplace, directional, shadow filter dan sebagainya. Contoh operasi *spatial filtering* yang sangat sederhana adalah dengan menjumlahkan BV *pixel* yang ada disekitarnya dan dibagi dengan banyaknya *pixel*.



Untuk mendefinisikan sebuah filter digunakan istilah *kernell (mask)*. Sebuah kernel dapat berukuran 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 dan seterusnya.



Dibawah ini adalah contoh kernel dengan ukuran 3x3

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Kernel 3 x 3

**a. Low Frequency Filtering (Low Pass Filtering).**

LFF yang paling sederhana adalah  $BV_{out}$  merupakan rata-rata dari kernel yang disediakan 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 dan seterusnya. Contoh sebelumnya merupakan LFF dengan menggunakan kernel 3x3 akan menghasilkan citra *low-pass* dengan dua baris dan kolom lebih kecil dari citra aslinya. Teknik ini digunakan untuk menghilangkan noise. Hasil citra setelah dilakukan LFF akan tampak kabur (*blur*). Contoh kernel untuk LFF sebagai berikut:

Mask C =

	1	1	1	
	1	2	1	
	1	1	1	

**b. High Frequency Filtering (High Pass Filtering).**

*High-pass filtering* diaplikasikan ke citra untuk menghilangkan komponen variasi yang kecil dan mempertahankan variasi lokal dengan frekuensi tinggi. Salah satu contoh kernel HFF sebagai berikut:

	-1	-1	-1	
	-1	9	-1	

	-1	-1	-1	

Mask E =

c. **Filter Directional (*Directional Filtering*)**

Filter Directional merupakan filter membentuk arah dasar bagi beberapa metode pendeteksian tepi. Keunggulan dalam gambar terlihat ketika perubahan besar (gradien curam) terjadi antara nilai pixel yang berdekatan. Perubahan nilai diukur oleh derivatif pertama (sering disebut sebagai lereng) dari suatu gambar atau citra. Filter directional dapat digunakan untuk menghitung turunan pertama dari suatu gambar atau citra. Untuk meningkatkan tepi tersebut, filter dirancang untuk pembuatan peta gradien kontras ortogonal ke arah yang diinginkan (Berhe dan Rothery, 1986).

Richards (1986) mendefinisikan Filter directional sebagai filter untuk mendeteksi dan menyorot tepi diagonal, horisontal dan vertikal dalam gambar digital. Filter ini juga dinamakan sebagai filterrrs Prewitt (Prewitt, 1970). Karakteristik lain dari kernel adalah distribusi faktor pembobotan nol sejajar dengan arah.

Derivatif dari suatu fungsi digital didefinisikan dalam bentuk diferensial atau turunan. Definisi dasar derivatif orde-pertama dari fungsi satu-dimensi  $f(x)$  merupakan diferensial atau turunan seperti berikut (Gonzalez and Woods, 2008):

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x + 1) - f(x) \quad (2.1)$$

Dan derivatif orde-kedua dari  $f(x)$  adalah

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x} = f(x + 1) - f(x - 1) - 2f(x) \quad (2.2)$$

Derivatif pertama :

0 0 -1 -1 -1 -1 -1 0 0 0 0 5 0 0 0 0

Derivatif kedua :

0 0 -1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 5 -5 0 0 0

Jika suatu citra memiliki sebuah fungsi kecerahan yang berkelanjutan dari koordinat  $x$  dan  $y$ ,  $\phi(x, y)$ , maka gradien vector dari sebuah gambar atau citra dapat didefinisikan sebagai

$$\nabla \phi(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} \phi(x, y) \mathbf{i} + \frac{\partial}{\partial y} \phi(x, y) \mathbf{j} \quad (2.3)$$

Dimana  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$  adalah vektor unit. Arah gradien vector merupakan arah kemiringan keatas maksimum dan amplitudonya merupakan nilai kemiringan. Untuk operasi pendeteksian tepi (*edge detection*) biasanya hanya menggunakan besarnya gradien, seperti berikut (Richards, 1986):

$$|\nabla| = \sqrt{\nabla_1^2 + \nabla_2^2} \quad (2.4)$$

dimana,

$$\nabla_1 = \frac{\partial}{\partial x} \phi(x, y) \quad \nabla_2 = \frac{\partial}{\partial y} \phi(x, y) \quad (2.5)$$

Operasi diatas menghasilkan matriks arah pendeteksian tepi sebagai berikut :

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

vertikal

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

horizontal

0	1	1
-1	0	1
-1	-1	0

1	1	1
1	0	-1
0	-1	-1

diagonal

### 2.6.5 Interpretasi Citra Satelit

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek yang tergambar dalam citra, dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Interpretasi citra dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu interpretasi citra secara manual dan interpretasi citra secara digital (Purwadhi, 2001).

#### a. Interpretasi secara manual

Interpretasi citra secara manual merupakan interpretasi data penginderaan jauh yang mendasarkan pada pengenalan ciri objek secara keruangan. Karakteristik atau pengenalan ciri objek dapat dikenali berdasarkan unsur-unsur interpretasi seperti rona, bentuk, pola ukuran, letak dan asosiasi kenampakan objek (Purwadhi, 2001).

#### b. Interpretasi secara digital

Interpretasi citra secara digital adalah evaluasi kuantitatif tentang informasi spektral yang disajikan pada citra. Analisis digital dapat dilakukan melalui pengenalan pola spektral dengan bantuan komputer (Lillesand dan Kiefer, 1994).



Untuk dapat melakukan interpretasi, penafsir memerlukan unsur-unsur pengenalan pada obyek atau gejala yang terekam pada citra. Unsur-unsur pengenalan ini secara individual maupun secara kolektif mampu membimbing penafsir ke arah pengenalan yang benar. Unsur-unsur ini disebut unsur-unsur interpretasi, yang meliputi 7 kunci interpretasi, yaitu :

- a. Rona (*tone*) mengacu pada kecerahan relatif obyek pada citra.
- b. Bentuk secara umum, konfigurasi, atau garis besar wujud obyek secara individual.
- c. Ukuran (*size*) obyek pada foto harus dipertimbangkan dalam konteks skala yang ada.
- d. Pola (*pattern*) terkait dengan susunan keruangan obyek.
- e. Bayangan (*shadow*) sangat penting bagi penafsir karena, dapat memberikan dua macam efek yang berlawanan.
- f. Tekstur (*texture*) merupakan ukuran frekuensi perubahan rona pada gambar obyek.
- g. Situs (*site*) atau letak merupakan penjelasan tentang lokasi obyek relatif terhadap obyek atau kenampakan lain yang lebih mudah untuk dikenali, dan dipandang dapat dijadikan data untuk identifikasi obyek yang dikaji.

#### **2.6.6 Klasifikasi Citra**

Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian piksel ke dalam kelas tertentu. Biasanya tiap piksel merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa band spektral. Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan atau melakukan segmentasi terhadap kenampakan-kenampakan yang

homogeny dengan menggunakan teknik kuantitatif. Perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi dasar nilai digital piksel pada sifat pantulan (reflektansi) dan pancaran (emisi) spektral yang dimiliki (Purwadhi, 2001).

Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu klasifikasi tak terselia (*unsupervised classification*), klasifikasi terselia (*supervised classification*) dan klasifikasi citra campuran (*hybrida classification*).

**a. Klasifikasi Terselia**

Klasifikasi terselia dilakukan dengan menggambar *training area* untuk masing-masing tipe penutupan lahan yang harus dipisahkan pada klasifikasi dan menggunakan karakteristik spektral masing-masing area untuk mengklasifikasi citra.

Dalam klasifikasi ini digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, untuk pengenalan polanya dilakukan proses otomatis dengan bantuan komputer, sedangkan identitas dan nilai informasi atau tipe penutup lahan telah diketahui sebelumnya.

**b. Klasifikasi Tak Terselia**

Klasifikasi tak terselia didefinisikan sebagai identifikasi kelompok natural atau struktur dengan menggunakan data multispektral. Yang dapat diperlihatkan dari citra yang disusun dari kelas spektral.

Klasifikasi ini menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah

piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi ini adalah kelas spektral.

Oleh karena itu, pengelompokan kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spectral tidak dapat diketahui secara dini. Hal itu disebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral.

**c. Klasifikasi Campuran (Hybrida)**

Merupakan klasifikasi gabungan antara klasifikasi terselia (*Supervised Classificaion*) dan klasifikasi tak terselia (*Unsupervised Classification*).

**2.6.7 Uji Ketelitian Klasifikasi**

Penelitian menggunakan data dan metode tertentu perlu dilakukan uji ketelitian, karena hasil uji ketelitiannya sangat mempengaruhi besarnya pengguna terhadap setiap data maupun metode analisisnya (Purwadhi, 2001).

Uji ketelitian interpretasi citra secara digital dapat dilakukan dalam 4 cara (purwadhi 2001) :

a. Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari setiap bentuk penutup / penggunaan lahan.

$$KI = (JKI / JSL) \times 100\% \quad (2.6)$$

Keterangan :

KI : Ketepatan Interpretasi

JKI : Jumlah Kebanaran Interpretasi

JSL : Jumlah Sample Lapangan



(Ketelitian klasifikasi masuk dalam toleransi yang ditetapkan apabila ketelitian seluruh klasifikasi memiliki nilai diatas 80% (Anderson dalam Masita, 2008)).

- b. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama dan waktu yang sama. Hal ini sangat diperlukan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran) luas setiap jenis penutup atau penggunaan lahannya.
- c. Analisis statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi.
- d. Membuat matriks dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup / penggunaan lahan dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$MA = \frac{X_{cr\,pixel}}{X_{cr\,pixel} + X_{o\,pixel} + X_{co\,pixel}} \quad (2.7)$$

Keterangan :

MA : Ketelitian pemetaan (*mapping accuracy*)

X<sub>cr</sub> : Jumlah kelas X yang terkoreksi

X<sub>o</sub> : Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (Omisi)

X<sub>co</sub> : Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (Komisi)

Sedangkan ketelitian keseluruhan hasil klasifikasi (KH) adalah:



$$KH = \frac{\text{Jumlah pixel murni semua kelas}}{\text{Jumlah semua kelas}} \quad (2.8)$$

#### 2.6.8 Check Lapangan (Ground Truth)

Uji lapangan (*Ground Truth*) adalah suatu tahapan verifikasi lapangan, untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan atau kesalahan-kesalahan yang terjadi karena klasifikasi secara digital berdasarkan sifat-sifat radiometrik suatu objek.

Kesalahan ini dapat muncul disebabkan oleh adanya objek-objek yang memiliki karakteristik radiometrik yang sama, meskipun objek tersebut berbeda fisiknya. Alasan untuk melakukan *ground truth* adalah untuk keperluan memilih situs latihan/objek sebelum melakukan klasifikasi terbimbing atau identifikasi kelas-kelas kunci setelah klasifikasi tak terbimbing.

Dalam praktiknya, spesifikasi situs objek umumnya melibatkan integrasi dari berbagai sumber informasi (pengamatan langsung dengan dokumentasi foto, berbagai peta, pengenalan personal, dll) (Susilowati, 1999 dalam Masita, 2008).

### 2.7. **Citra Satelit Landsat 8**

Landsat (*Land Satellites*) merupakan tertua dalam program observasi bumi yang dipelopori oleh NASA Amerika Serikat. NASA melakukan peluncuran satelit Landsat Data Continuity Mission (LDCM). Satelit ini mulai menyediakan produk citra open access sejak tanggal 30 Mei 2013.

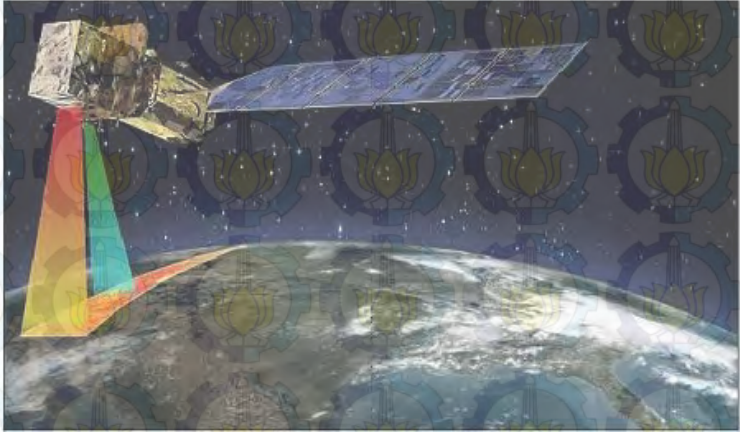
Tabel 2.2 - Parameter-Parameter Orbit Satelit Landsat 8

Jenis Orbit	<i>Sun – Synchronize</i>
Tinggi Orbit	705 km
Inklinasi	98,2°
Periode	99 menit
Resolusi Temporal	16 Hari Sekali
Waktu Melintasi Khatulistiwa	Jam 10.00 s/d 10.15 (waktu lokal).

Menandai perkembangan baru dunia antariksa. NASA lalu menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna data terhitung 30 Mei tersebut, kemudian satelit ini lebih dikenal sebagai Landsat 8. Pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh EROS (Earth Resources Observation System). Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal ini tidak berbeda dengan landsat versi sebelumnya.

Landsat 8 dapat disebut sebagai satelit dengan misi melanjutkan landsat 7. Ini terlihat dari karakteristiknya yang mirip dengan landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Hanya saja ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari landsat 7 seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (Digital Number) dari tiap piksel citra. Seperti dipublikasikan oleh USGS, satelit landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area *scanning*

seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya).



Gambar 2.13. Landsat 8  
(Sumber :<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>)

Satelit landsat 8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang membawa sensor pencitra OLI (Operational Land Imager) yang mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan Bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter.



Tabel 2.3 Karakteristik Band Citra Satelit Landsat 8

Band	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Res. Spasial (m)	Keterangan Band	
Band 1	0,43 - 0,45	30	Coastal dan Aerosol	Operation al Land Imager (OLI)
Band 2	0,45 - 0,51	30	Blue	
Band 3	0,53 - 0,59	30	Green	
Band 4	0,64 - 0,67	30	Red	
Band 5	0,85 - 0,88	30	Near Infrared	
Band 6	1,57 - 1,65	30	SWIR 1	
Band 7	2,11 - 2,29	30	SWIR 2	
Band 8	0,5 - 0,68	15	Panchromatic	
Band 9	1,36 - 1,38	30	Cirrus	TIRS
Band 10	10,6 - 11,19	100	TIRS	
Band 11	11,5 - 12,51	100	TIRS	

## 2.8. Tutupan Lahan

Lahan adalah suatu kenampakan medan yang terbentuk oleh proses alami tersusun dari material tertentu dimanapun itu terjadi setiap lahan dicirikan atas relief, material, sruktur dan proses geomorfologi.

Tutupan lahan adalah vegetasi dan konstruksi artifisial yang menutup permukaan lahan. Tutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan di permukaan bumi, seperti bangunan, danau, dan vegetasi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada obyek tersebut (Lillesand dan Kiefer, 2004).



Penggunaan lahan merupakan aktivitas manusia pada dan dalam kaitannya dengan lahan, yang biasanya tidak secara langsung tampak dari citra. Penggunaan lahan tidak memiliki satu definisi yang benar – benar tepat di dalam keseluruhan konteks yang berbeda. Penggunaan lahan akan menyebabkan perubahan fisik di dalamnya.

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu fenomena dinamika masyarakat yang bergerak cepat karena tuntutan kebutuhan dan pengaruh interaksi antar daerah. Fenomena perubahan tutupan lahan seperti semakin banyaknya pemukiman penduduk, berkurangnya persawahan atau daerah resapan air hujan yang mengalami perubahan fungsi.

## **2.9. Penelitian Terdahulu**

Didapatkan beberapa contoh penelitian terhadap perubahan pola dan morfologi sungai dengan penyajiannya dalam bentuk spasial, antara lain :

### **2.9.1 Analisis Perubahan Penggunaan dan Tutupan Lahan Menggunakan Satelit Penginderaan Jauh : Studi Kasus Wilayah Sekitar Delta Sungai River State, Nigeria**

Emejuru, S.A. dari Ambrose Alli University, Ekpoma, Nigeria melakukan penelitian tentang pola tutupan lahan / tanah daerah ini diselidiki dengan menggunakan tanah ( TM 1986, ETM + 2003 dan ETM + 2008) . Metodologi Klasifikasi *Supervised* dengan menggunakan teknik maximum likelihood untuk mengkategorikan objek dan fitur di sekitar delta River State. Kategori tutupan lahan/ tanah yang dimunculkan adalah perkebunan, hutan primer, hutan sekunder, lahan pertanian, pemukiman (lahan terbangun), tanah kosong, badan air dan mangrove. Diamati

bahwa sementara lahan pertanian terus menurun dalam ukuran luas, sedangkan pemukiman terus meningkat.

Lahan pertanian yang menurun dari 136,820.70 ha menjadi 96,019.54 ha (10,27%) antara tahun 1986 dan 2003 lebih menurun dari 96,019.54 ha menjadi 93,643.97 ha (0,60%) antara 2003 dan 2008 . Selain itu, hutan sekunder menurun dari 55,563.30 ha menjadi 41,085.97 ha (3,64%) antara tahun 1986 dan 2003, dan dari 41,085.97 ha menjadi 39,000.74 ha (0,53%) antara tahun 2003 dan 2008. Sebaliknya, penyelesaian meningkat dari 57,969.36 ha menjadi 77,727.49 ha (4,97%) antara tahun 1986 dan 2003 dan meningkat lebih jauh dari 77,727.49 ha ke 89803.76 ha (3,04%) antara tahun 2003 dan 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola dan besarnya perubahan tidak meramalkan masa depan yang cerah bagi para praktisi pertanian tradisional jika teknik pertanian saat ini tidak diubah.

### **2.9.2 Analisa Perubahan Pola Dan Tata Guna Lahan Sungai Bengawan Solo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal : Studi Kasus Kabupaten Lamongan.**

Penelitian dilakukan oleh Fidyawati dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada tahun 2011 dengan menggunakan citra satelit SPOT-4 dan Landsat 7 ETM+. Metode yang dapat digunakan untuk memantau perubahan pola sungai adalah dengan menggunakan Filter Directional. Pengamatan perubahan pola sungai yang dimaksud adalah

mengenai kondisi fisik sungai Bengawan Solo. Perubahan tata guna lahan diklasifikasikan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sungai Bengawan solo hilir sepanjang Kabupaten Lamongan didominasi oleh pola aliran sungai Rectangular. Dan pola sungai dari tahun 2003 sampai 2009 relatif tetap. Tetapi terjadi perubahan luasan sungai Bengawan solo sepanjang Kabupaten Lamongan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 terjadi pengurangan luasan sungai sebesar 55,973 ha dari luasan sungai pada tahun 2003, sedangkan pada tahun 2009 terjadi pengurangan luasan sungai sebesar 35,004 ha dari luasan sungai pada tahun 2006. Selain itu, perubahan tata guna lahan sungai bengawan solo dari tahun 2003 sampai 2009 yang terbesar terdapat pada area pemukiman sebesar 2306,32 ha dan terkecil pada area hutan sebesar 1767,40 ha.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Sub DAS Konto, Waduk Jatimlerek, merupakan bagian tengah dari wilayah DAS Brantas. Didalamnya terdapat Aliran Sungai Konto termasuk beberapa anak sungai yang mengalir di dalam sub DAS ini. Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek ini terbentang dari hulu sungai Konto di lereng Gunung Kelud menuju utara melalui Kecamatan Ngantang di Kabupaten Malang, Kecamatan Kepung, Kecamatan Kandangan dan Kecamatan Pare di Kabupaten Kediri sampai dengan Kecamatan Ngoro, Perak dan Bandar Kedung Mulyo di Kabupaten Jombang.



Gambar 3.1 Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek  
(Sumber : BP DAS Brantas – Jawa Timur)



Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek ini memiliki luas area sebesar 19.562 Ha, kurang lebih 35 % dari keseluruhan luas Sub DAS Konto. Secara geografis lokasi penelitian ini dibatasi dengan koordinat  $7^{\circ} 30' 44.33''$  LS  $-112^{\circ} 6' 43.58''$  BT dan  $7^{\circ} 56' 4.25''$  LS  $-112^{\circ} 21' 36.35''$  BT.

### 3.2. Peralatan dan Data

#### 3.2.1. Peralatan

Daftar peralatan yang digunakan pada proses penelitian ini antara lain :

a. Perangkat Keras:

- Laptop
- GPS Navigasi Garmin e-Trex

b. Perangkat Lunak :

- *Image Processing Software* untuk pengolahan data citra satelit pada tahap koreksi geometrik dan klasifikasi supervised, *layer stacking*, *mosaick* dan pembuatan batas sungai (*filter*)
- *ArcGIS 10 .1* digunakan untuk konversi data citra satelit kedalam bentuk vektor dan sekaligus pembuatan layout peta
- *Microsoft Office 2010* digunakan untuk perhitungan data dan penyusunan laporan.

#### 3.2.2. Data

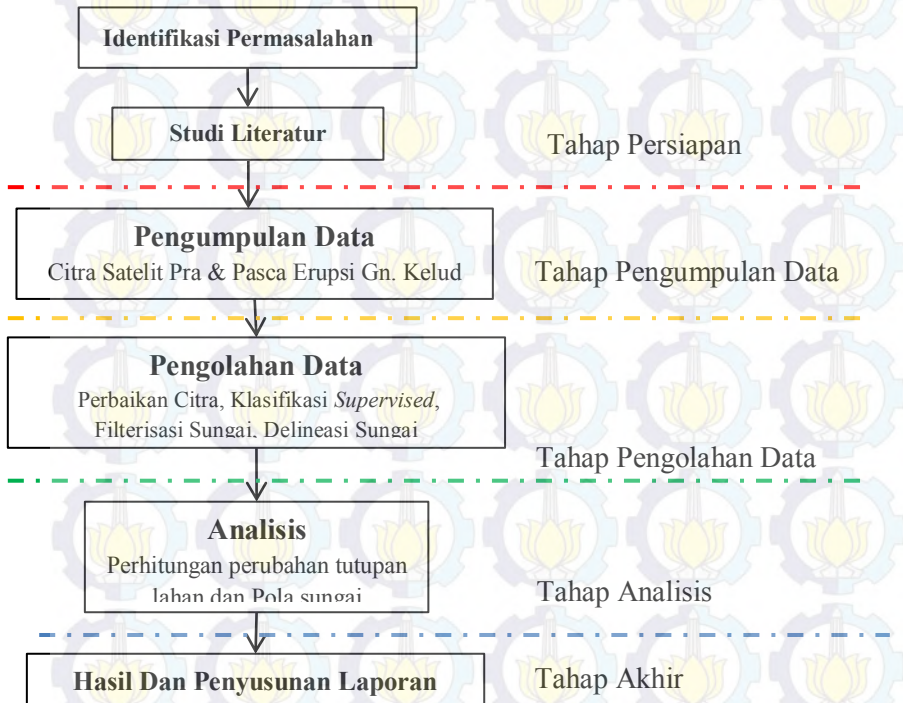
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Peta Rupa Bumi Indonesia Kunjang skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-332
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Kertosono skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-333
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Jombang skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-334

- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Ngoro skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-341
- Peta Rupa Bumi Indonesia Krisik skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-321
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Kandangan skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta :1508-323
- Peta *landuse* area disekitar Sungai Konto (Sub DAS Konto) milik Balai Besar Wilayah Sungai Brantas format *shapefile* tahun 2012
- Peta Aliran Sungai milik Bakosurtaanal format *shapefile* Tahun 2006.
- Peta Kontur Interval 25 m milik Bakosurtanal format *shapefile* tahun 2006.
- Citra Satelit Landsat 8 OLI WRS Tertanggal 26 Juni dan 28 Juli 2013 (Sebelum Erupsi).
- Citra Satelit Landsat 8 OLI WRS Tertanggal 10 dan 26 April 2014 (Setelah Erupsi)

### 3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti berikut ini :



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alir tahapan penelitian:

a. Tahap Persiapan

- Identifikasi Permasalahan  
Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisa perubahan tutupan lahan di Sekitar Aliran Sungai Konto dan Perubahan Pola

Sungai (Panjang, Lebar dan Luas) Sungai Konto yang tercakup pada area Sub DAS Konto dengan Sub Waduk Jatimlerek. Perubahan yang dimaksudkan adalah perubahan yang diakibatkan Letusan Gunung Api Kelud Pada 14 Februari 2014 dengan memanfaatkan data citra satelit multitemporal yaitu Landsat 8.

- Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian, dari buku, jurnal, majalah, koran, internet, dan lainnya. Selain itu juga penyediaan *hardware* dan *software* yang dibutuhkan selama melakukan penelitian.

b. Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan data penelitian, baik data utama maupun data sekunder.

c. Tahap Pengolahan Data

Tahap ini meliputi koreksi geometrik, penajaman citra, cropping (pemotongan citra) untuk mendapatkan daerah penelitian, *Directional Filtering*, klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*), dan pembuatan peta pola sungai dan tata guna lahan. Pengolahan data dilakukan dengan software *Image Processing* dan ArcGIS 10.1 untuk melakukan proses analisis data pendukung dan pembuatan layout peta.

d. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis perubahan pola sungai Konto serta perubahan tata guna lahan yang terjadi pada saat sebelum terjadi erupsi dan sesudah erupsi Gunung Kelud.



e. Tahap Akhir

Tahapan ini merupakan pembuatan layout peta hasil proses analisis yang sebelumnya telah dilakukan. Di dalam tahap ini juga dilakukan penulisan mengenai seluruh tahapan penelitian berikut kesimpulan yang diperoleh dalam bentuk laporan Tugas Akhir.

### 3.4. Pengolahan Data

Berikut adalah diagram alir rinci terkait tahap pengolahan pada penelitian ini :



Berikut ini adalah penjelasan diagram alir tahap pengolahan data :

**a. Komposit Citra**

Komposit citra adalah citra baru hasil dari penggabungan 3 saluran yang mampu menampilkan keunggulan dari saluran-saluran penyusunnya (Sigit, 2011). Digunakan komposit citra ini dikarenakan oleh keterbatasan mata yang kurang mampu dalam membedakan gradasi warna dan lebih mudah memahami dengan pemberian warna.

Pada citra multispektral yang terdiri dari banyak saluran, apabila hanya menampilkan satu saluran saja maka citra yang dihasilkan merupakan gradasi rona. Dan mata manusia hanya bisa membedakan objek yang menonjol pada suatu saluran, objek yg lain maka kita sulit untuk mengidentifikasinya. Oleh sebab itu pada citra komposit ini, hasilnya kita akan lebih mudah mengidentifikasi suatu objek pada citra. Pada penelitian ini digunakan kombinasi *band* Citra Satelit Landsat 8 dengan karakteristik Natural Color with atmospheric removal (Band 7, 5, 3).

**b. Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik bertujuan untuk mereduksi terjadinya distorsi geometrik pada citra. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari hubungan antara sistem koordinat citra dengan sistem koordinat geografis (sistem koordinat tanah) menggunakan *Ground Control Point* (GCP). Koreksi geometrik yang dilakukan menggunakan referensi Peta RBI Terbitan Bakosurtanal skala 1:25000 menerapkan metode *image to image rectification*. Perhitungan koreksi Geometrik diwakili oleh nilai RMS-Error yang dinyatakan dalam rumus berikut :

$$RMS - error = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2}$$

dimana :

- $x'$  = koordinat estimasi absis
- $x$  = koordinat asli absis
- $y'$  = koordinat estimasi ordinat
- $y$  = koordinat asli ordinat

. Hasil atau nilai dari koreksi geometrik diwakili oleh nilai *RMS error* dari perhitungan GCP. Batas toleransi untuk nilai kesalahan *RMS error* adalah kurang dari 1 *pixel*, sehingga apabila nilai *RMS error* lebih dari 1 harus dilakukan perhitungan ulang (Purwadhi, 2001).

c. **Cropping Citra**

Dilakukan dengan tujuan untuk membatasi daerah penelitian yang biasa dikenal dengan istilah *Region Of Interest* (ROI). Selain itu, cropping citra dapat memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan citra lebih lanjut.

d. **Spatial Filtering dan Delineasi Batas Sungai**

Filtering dilakukan untuk mengetahui batas sungai pada citra sehingga memberikan kemudahan dalam penentuan pola sungai. Filter yang digunakan adalah filter arah (*directional filtering*)  $30^\circ$  agar batas sungai pada citra bisa terlihat lebih jelas dan lebih tajam. Berbagai metode dalam filtering dapat digunakan untuk menonjolkan aspek fisiografi pada citra. Melalui teknik pemfilteran, variasi relief yang kurang jelas pada citra asli dapat ditonjolkan, sehingga topografi suatu bentuklahan tertentu dapat dibedakan dari yang lain secara lebih baik (Projo Danoedoro, 1996).



Delineasi batas sungai dilakukan dengan cara digitasi pada citra hasil filter spasial secara arah (*directional*) untuk pembuatan peta perubahan pola sungai Konto Pra Erupsi dan Pasca Erupsi Gunung Kelud Tanggal 14 Februari 2014.

e. **Klasifikasi Citra**

Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian *pixel* ke dalam kelas tertentu. Biasanya tiap *pixel* merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa *band spektral*. Dengan membandingkan suatu pixel dengan pixel lainnya yang diketahui identitasnya, akan memudahkan untuk memasukkan kelompok yang memiliki *pixel* serupa ke dalam kelas yang cocok untuk kategori informasi yang diperlukan oleh pengguna data *remote sensing*. Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan atau melakukan segmentasi terhadap kenampakkan-kenampakkan yang homogen dengan menggunakan teknik kuantitatif (Adry, 2009).

Metode yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Metode ini mentransformasikan data citra multispektral ke dalam kelas – kelas unsur spasial dalam bentuk informasi tematis. Selain itu, proses klasifikasi ini juga dilakukan dengan asumsi bahwa data (*bands*) citra digital yang bersangkutan terdiri dari beberapa *band* (multispektral) citra yang mencakup area yang sama. Pada klasifikasi terawasi, (sebagian) identitas dan lokasi kelas – kelas unsur atau tipe penutup lahan (misalnya : perairan, sawah, lahan kosong, badan air, pemukiman, dan sebagainya) telah diketahui sebelumnya, baik melalui kunjungan ke lapangan (*groundtruth surveys*), analisis foto udara (atau citra satelit sebelumnya), maupun cara – cara yang lain (Prahasta, 2008).

Tipe klasifikasi (*Classification type*) yang digunakan adalah *Maximum Likelihood Standard*. Tipe

klasifikasi ini dipilih karena mampu menampilkan hasil klasifikasi yang sesuai dengan warna *training area* yang telah dilakukan.

Metode klasifikasi ini pada dasarnya merupakan pengelompokan piksel berdasarkan nilai pantulannya sesuai dengan daerah contoh yang dipilih. Pelaksanaan klasifikasi dimulai dengan asumsi bahwa pikselnya mengikuti kurva-kurva normal, maka persebaran pola spektralnya dapat dilukiskan dengan baik yang selanjutnya dihitung kemungkinan pengelompokan secara statistik, untuk menentukan kelas penggunaan lahan. Metode maximum likelihood ini memakai besaran statistik antar band (matrik kovarian) yang telah dihitung sebelumnya. Ketentuan yang dipakai dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$D = \ln (an) - [0.5 \ln (|Covn|) - [0.5(X - Mn)T(Covn^{-1})(X - Mn)]]$$

Keterangan:

- D : jarak yang diberi bobot
- n : suatu kelas tertetu
- X : vektor piksel yang diklasifikasi
- Mn : vektor rerata sampel kelas n
- Covn : matriks kovariansi piksel – piksel pada sampel kelas n

Melalui persamaan ini, suatu piksel akan dimasukkan sebagai kelas (n) apabila nilai D untuk kelas (n) adalah yang terendah. Klasifikasi menggunakan kemiripan maksimum menyangkut beberapa dimensi, maka pengelompokan obyek dilakukan pada obyek yang mempunyai nilai piksels ama dan identik pada citra.

Dari proses klasifikasi dengan menggunakan klasifikasi terbimbing diperoleh kelas penggunaan lahan yaitu: pemukiman, sawah, perkebunan, hutan, badan air, lahan terbuka dan kelas material erupsi untuk citra satelit yang diambil pasca terjadinya erupsi.

**f. Analisis**

Pada tahap ini dianalisa perubahan pola aliran sungai Konto pada daerah Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek dan perubahan luas tata guna lahan pada Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek Pra dan Pasca Erupsi. Sehingga diketahui seberapa besar letusan gunung api mempengaruhi perubahan pola sungai dan tutupan lahan disekitar aliran sungai yang di aliri lahar hujan hasil letusan gunung api.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISIS**

#### **4.1 Hasil**

##### **4.1.1 Citra**

Data Citra yang digunakan pada tugas akhir ini adalah :

- a. Citra Satelit Landsat 8 yang diambil sebelum erupsi Gunung Kelud pada 14 Februari 2014 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Path/Row	:	118/066
Tanggal Akuisisi	:	26 Juni 2013
Level	:	1T (Terrain Corrected)
Penyedia	:	NASA dan USGS

Path/Row	:	118/065
Tanggal Akuisisi	:	28 Juli 2013
Level	:	1T (Terrain Corrected)
Penyedia	:	NASA dan USGS

- b. Citra Satelit Landsat 8 yang diambil sesudah erupsi Gunung Kelud pada 14 Februari 2014 dengan spesifikasi sebagai berikut :

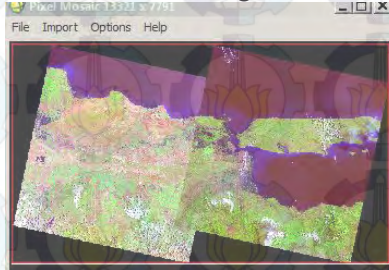
Path/Row	:	118/066
Tanggal Akuisisi	:	10 April 2014
Level	:	1T (Terrain Corrected)
Penyedia	:	NASA dan USGS

Path/Row	:	118/065
Tanggal Akuisisi	:	26 April 2014
Level	:	1T (Terrain Corrected)
Penyedia	:	NASA dan USGS



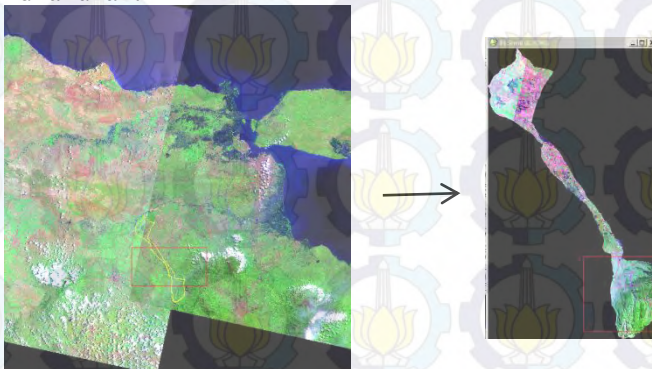
#### 4.1.2 Mosaick dan Pemotongan Citra (*Cropping Area*)

Karena Citra Satelit yang dipakai lebih dari satu *scene* maka dilakukan mozaick citra. Setelah dilakukan penggabungan citra berdasarkan nilai pixelnya maka selanjutnya dilakukan Pemotongan Citra.



Gambar 4.1 Proses Penggabungan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk membuat citra yang akan diolah menjadi lebih spesifik kepada wilayah yang akan diteliti. Pemotongan citra berdasarkan data vector berupa *shapefile polyline* batas Sub DAS milik BP-DAS Brantas. Pemotongan citra dilakukan agar citra menjadi sesuai dengan ROI (*Region Of Interest*). Berikut adalah proses pemotongan citra yang telah dilakukan:



Gambar 4.2 Cropping Citra

### 4.1.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik Citra Landsat 8 dilakukan dengan memberikan titik GCP (*Ground Control Point*). Jumlah titik kontrol tanah yang digunakan sebanyak 12 titik yang telah terdistribusikan pada citra, seperti pada meandering sungai, pojok bangunan atau lahan, persimpangan jalan dan objek-objek lain yang mudah dikenali serta tidak berubah bentuknya. Koreksi geometrik pada kedua citra diatas dilakukan dengan menggunakan data acuan dari Peta Rupa Bumi Indonesia yang telah disebutkan pada bab sebelumnya.

#### a. Citra Satelit Landsat 8 Sebelum Erupsi Gunung Kelud

Titik GCP yang diberikan pada Citra Landsat 8 Pra Erupsi sejumlah 12 titik. Dengan sebaran sebagai berikut :



Gambar 4.3 Sebaran GCP Pada Citra Satelit Sebelum Erupsi

Dari proses pemberian GCP dan rektifikasi citra yang sudah dilakukan diatas, didapatkan nilai *RMS- Error* sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai RMS Error Untuk Citra Landsat 8 Pra-Erupsi

GCP	Koordinat Citra (pixel)		Koordinat Tanah (meter)		<i>RMS error</i>
	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	
1	783.42	1340.15	646191.63	9128195.35	0.45
2	733.99	1477.77	644672.61	9125784.87	0.29
3	698.95	1129.39	643679.41	9135541.62	0.44
4	717.22	1208.72	644197.23	9133246.39	0.29
5	712.73	1053.3	644100.92	9137522.28	0.87
6	642.91	952.22	642009.05	9140779.3	0.4
7	293.77	569.83	631380.36	9152606.56	0.05
8	399.74	637.59	634648.27	9150534.17	0.02
9	762.24	1136.43	645599.27	9134909.57	0.21
10	585.14	904.08	640251.9	9142410.86	0.11
11	510.29	802.61	637993.89	9145566.49	0.07
12	225.15	244.06	629435.36	9161906.67	0.01
Nilai rata-rata <i>RMS Error</i>					0.2675



Geoplotting Wizard - Step 4 of 5

1) Start | 2) Polynomial Setup | 3) GCP Setup | 4) GCP Edit | 5) Rectify

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Edit	Undo	783.42	1340.15	646191.63E	9129195.35N	0.00	0.45
2	On	Edit	Undo	733.99	1477.77	644672.61E	9125784.87N	0.00	0.29
3	On	Edit	Undo	698.95	1129.39	643679.41E	9135541.62N	0.00	0.44
4	On	Edit	Undo	717.22	1208.72	644197.23E	9133246.39N	0.00	0.29
5	On	Edit	Undo	712.73	1053.30	644100.92E	9137522.28N	0.00	0.87
6	On	Edit	Undo	642.91	952.22	642009.05E	9140779.30N	0.00	0.40
7	On	Edit	Undo	293.77	569.83	631380.36E	9152606.56N	0.00	0.05
8	On	Edit	Undo	399.74	637.59	634648.27E	9150534.17N	0.00	0.02
9	On	Edit	Undo	762.24	1136.43	645599.27E	9134909.57N	0.00	0.21
10	On	Edit	Undo	585.14	904.08	640251.90E	9142410.86N	0.00	0.11
11	On	Edit	Undo	510.29	802.61	637993.89E	9145566.49N	0.00	0.07
12	On	Edit	Undo	225.15	244.06	629435.36E	9161906.67N	0.00	0.01

Display: ☐ Grid ☐ Errors ☒ Auto zoom ☐ RMS order

Save Close Cancel

Gambar 4.4 Nilai RMS Error dari setiap titik GCP dari software pengolah citra

**b. Citra Satelit Landsat 8 Sesudah Erupsi Gunung Kelud**

Titik GCP yang diberikan pada Citra Landsat 8 Pasca Erupsi sejumlah 12 titik. Dengan sebaran sebagai berikut :



Gambar 4.5 Sebaran GCP Pada Citra Setelah Erupsi



Dari proses yang sudah dilakukan diatas,  
didapatkan nilai *RMS-Error* sebagai berikut :

Tabel 4.2 Nilai RMS Error Untuk Citra Landsat 8 Pasca-Erupsi

GCP	Koordinat Citra (pixel)		Koordinat Tanah (meter)		<i>RMS error</i>
	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	
1	707.09	1170.85	643878.68	9135399.76	0.28
2	848.08	1168.29	648164.04	9133390.68	0.02
3	583.66	902.02	640171.52	9142525.94	0.28
4	303.44	515.77	631703.48	9154297.08	0.53
5	162.83	247.74	627501.27	9161660.2	0.06
6	412.75	711.63	634991.44	9148833.19	0.41
7	784.31	1410.06	646221.12	9129508.94	0.14
8	755.66	1253.3	645363.49	9133050.63	0.35
9	676.37	1027.63	642981.47	9138676.65	0.12
10	515.66	799.24	638126.48	9145562.13	0.12
11	217.44	412.26	629069.57	9157650.78	0.16
12	222.41	195.94	629415.49	9161725.28	0.04
Nilai rata-rata <i>RMS Error</i>					0.20917



Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Yes	Undo	707.09	1170.85	643878.69E	9135399.76N	0.00	0.28
2	On	Yes	Undo	848.08	1168.29	648164.04E	9133390.69N	0.00	0.02
3	On	Yes	Undo	583.66	902.02	640171.52E	9142525.94N	0.00	0.28
4	On	Yes	Undo	303.44	515.77	631703.48E	9154297.08N	0.00	0.53
5	On	Yes	Undo	162.83	247.74	627501.27E	9161680.20N	0.00	0.06
6	On	Yes	Undo	412.75	711.63	634991.44E	9148833.19N	0.00	0.41
7	On	Yes	Undo	784.31	1410.06	646221.12E	9129508.94N	0.00	0.14
8	On	Yes	Undo	755.66	1253.30	645363.49E	9133050.63N	0.00	0.35
9	On	Yes	Undo	676.37	1027.63	642981.47E	9138576.65N	0.00	0.12
10	On	Yes	Undo	515.66	799.24	638126.48E	9145562.13N	0.00	0.12
11	On	Yes	Undo	217.14	412.26	629065.57E	9157650.78N	0.00	0.16
12	On	Yes	Undo	222.41	195.94	629415.49E	9161725.28N	0.00	0.04

Gambar 4.6 Nilai RMS Error dari setiap titik GCP dari software pengolahan citra.

Hasil atau nilai dari koreksi geometrik diwakili oleh nilai RMS error dari perhitungan GCP. Batas toleransi untuk nilai kesalahan RMS error adalah 1 pixel, sehingga apabila nilai RMS error lebih dari 1 harus dilakukan perhitungan ulang (Purwadhi, 2001). Dari Tahap Koreksi Geometrik pada pengolahan Citra diatas dapat disimpulkan bahwa setiap citra yang digunakan memiliki Nilai *RMS-Error* rata-rata di bawah 1 pixel.

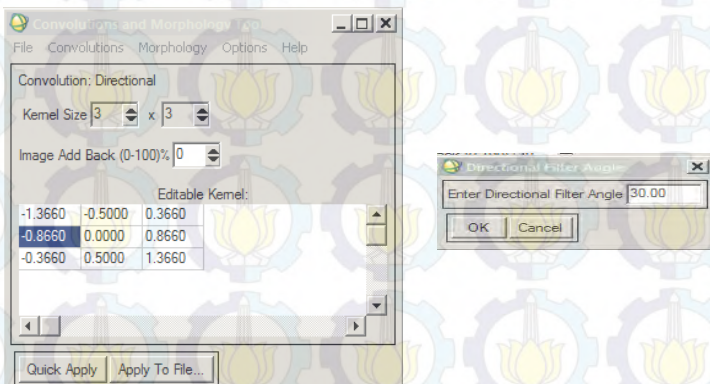
Batas kesalahan pada proses koreksi geometrik adalah  $\frac{1}{2}$  atau 1 *pixel* satu sama lain karena resolusi spasial yang dimiliki citra landsat sebesar 30 meter, maka besar *RMS-Error* akan dikalikan 30 meter untuk menentukan pergeseran titik rata-rata. Bila nilai pergeseran titik lebih dari batas toleransi yang diberikan, maka koreksi harus di ulang (Jensen, 1986).

Nilai rata – rata *RMS-Errors* pada citra Landsat sebelum erupsi dan sesudah erupsi adalah 0.2675 dan 0.20917. Maka pergeseran rata – rata setelah dilakukan

rektifikasi adalah sebesar :  $(0,2675 \times 30 \text{ meter}) = 8,025$  meter untuk citra satelit yang diambil sebelum erupsi gunung kelud dan  $(0,2097 \times 30 \text{ meter}) = 6,275$  meter untuk citra satelit yang diambil sesudah erupsi gunung kelud. Hal ini berarti nilai *RMErrors* pada citra Landsat yang akan digunakan memenuhi batas toleransi yang disyaratkan untuk koreksi geometrik dengan resolusi spasial citra 30 meter.

#### 4.1.4 Penggunaan Filter Directional (*Directional Filtering*)

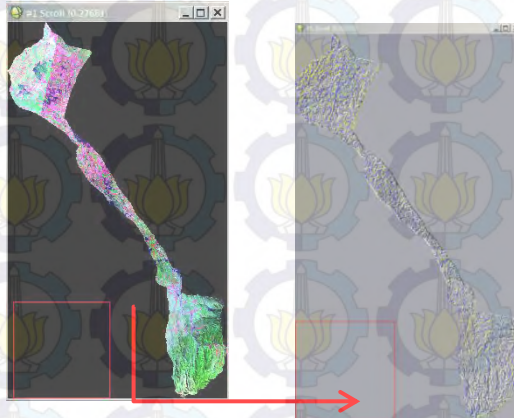
Pada penelitian ini filter directional digunakan untuk untuk mengetahui batas topografi antara sungai dan daratan sehingga memudahkan dalam proses delineasi sungai dan penentuan perubahan pola sungai sebelum dan sesudah terjadinya erupsi. Pada citra satelit resolusi rendah-sedang, penggunaan filter directional ini sangat membantu menonjolkan perubahan aspek topografis yang diwakili oleh pixel hasil filter spasial. Dalam penelitian ini, batas sungai dan daratan pada citra agar bisa terlihat lebih jelas dan lebih tajam maka digunakan input sudut filter directional sebesar  $30^\circ$ .



Gambar 4.7 Input besaran sudut pada *Directional Filter*

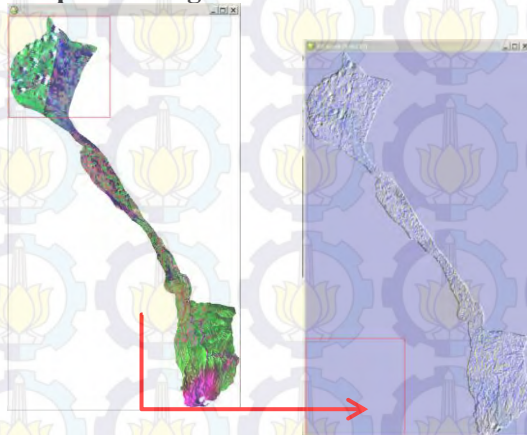


a. **Hasil *Directional Filter* Citra Landsat 8 – Pra Erupsi Gunung Kelud**



Gambar 4.8 Hasil *Directional Filtering* pada Citra Landsat 8 Pra Erupsi

b. **Hasil *Directional Filter* Citra Landsat 8 – Pra Erupsi Gunung Kelud**



Gambar 4.9 Hasil *Directional Filtering* pada Citra Landsat 8 Pra Erupsi



#### 4.1.5 Hasil Klasifikasi *Supervised*

Klasifikasi yang dilakukan pada citra Landsat 8 menggunakan klasifikasi terselia (*Supervised Classification*) *Maximum Likelihood*. Hasil dari klasifikasi citra Landsat Pra Erupsi diklasifikasikan menjadi 6 kelas tata guna lahan yaitu kelas pemukiman, hutan, sawah, perkebunan Lahan Terbuka, dan badan air. Sedangkan untuk Pasca Erupsi ditambahkan kelas Endapan Material Erupsim untuk mengetahui sebaran material Erupsi setelah erupsi Gunung Kelud. Berikut adalah hasil klasifikasi terselia terhadap citra landsat 8.

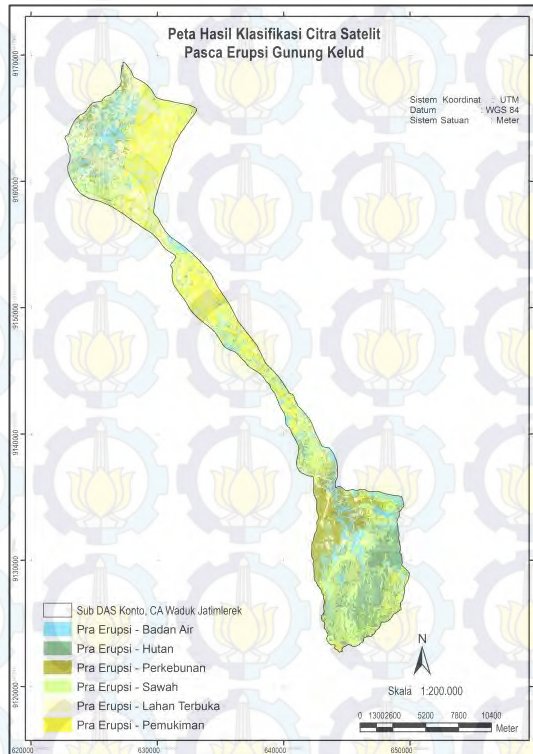
a. **Citra Satelit Landsat 8 Sebelum Erupsi Gunung Kelud**

Klasifikasi dilakukan pada citra Landsat 8 yang diambil sebelum erupsi Gunung Kelud pada daerah Sub DAS Konto dengan waduk Jatim lerek. Klasifikasi pada citra yang diambil sebelum terjadinya erupsi dibagi menjadi 6 kelas tutupan lahan. Berikut ini merupakan luas kelas tata guna lahan yang terklasifikasi sebelum erupsi:

Tabel 4.3 Luas Kelas Tutupan Lahan Pra Erupsi

<b>Nama Kelas</b>	<b>Luas (Ha)</b>
Badan Air	2716.83
Hutan	2255.85
Perkebunan	2188.26
Sawah	6385.23
Lahan Terbuka	3431.25
Pemukiman	2604.24
<b>Total</b>	<b>19581.66</b>

Dari hasil Klasifikasi diatas diperoleh luas kelas tutupan terbesar didominasi oleh sawah (32.61 %) dan terkecil adalah Perkebunan (11.18 %). Berikut adalah Peta Hasil Klasifikasi Pra Erupsi :



Gambar 4.10 Peta Hasil Klasifikasi Pra Erupsi

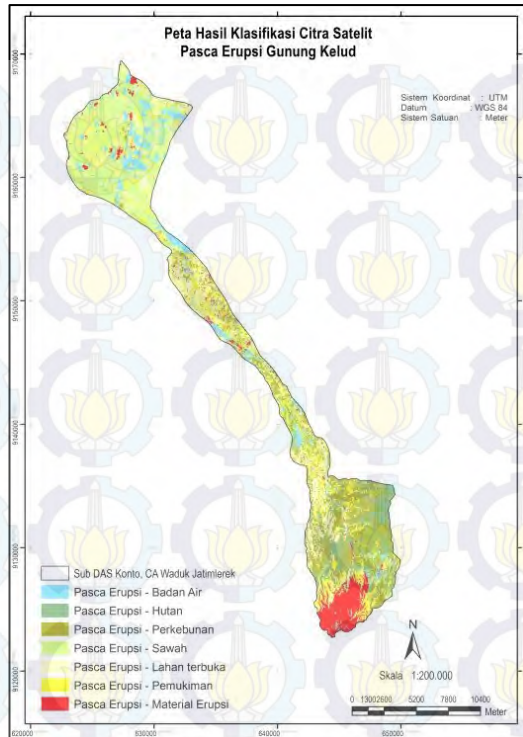
***b. Citra Satelit Landsat 8 Sesudah Erupsi Gunung Kelud***

Klasifikasi selanjutnya dilakukan pada citra Landsat 8 yang diambil sesudah erupsi Gunung Kelud pada daerah Sub DAS Konto dengan waduk Jatim Irek. Klasifikasi pada citra yang diambil sebelum terjadinya erupsi dibagi menjadi 7 kelas tutupan lahan, dengan 6 kelas yang sama sebelum erupsi ditambahkan kelas material erupsi pada klasifikasi selanjutnya. Berikut ini merupakan luas kelas tata guna lahan yang terklasifikasi sesudah terjadinya erupsi:

Tabel 4.4 Luas Kelas Tutupan Lahan Pasca Erupsi

Nama Kelas	Luas (Ha)
Badan Air	2090.97
Hutan	1821.60
Kebun	3241.44
Sawah	4126.68
Lahan Terbuka	3459.69
Pemukiman	3298.59
Material Erupsi	1542.69
Total	19581.66

Dari hasil Klasifikasi diatas diperoleh luas kelas tutupan terbesar tetap didominasi oleh sawah (21.07 %) dan terkecil adalah Hutan (9.3 %). Berikut adalah Peta Hasil Klasifikasi Pasca Erupsi :



Gambar 4.11 Peta Hasil Klasifikasi Pasca Erupsi

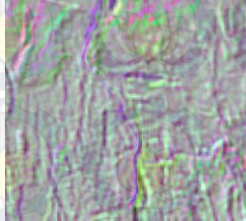
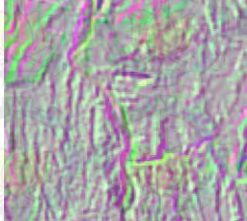

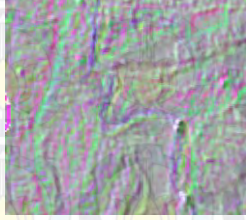
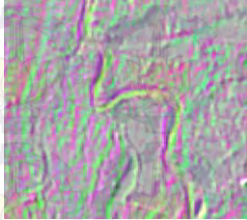

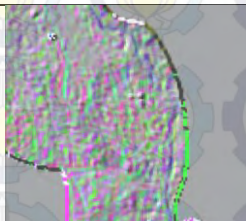
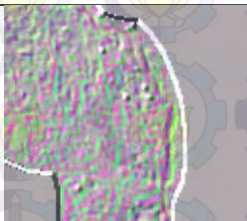

## 4.2 Analisis

### 4.2.1 Perubahan Pola Sungai Konto Setelah Terjadinya Erupsi

Hasil filtering yang dilakukan pada masing-masing citra yang digunakan kemudian dilakukan digitasi dan di overlay untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada sebagian aliran Sungai Konto. Pada tabel dibawah ini disajikan gambar *zooming* terhadap beberapa bagian Sungai Konto yang mengalami perubahan bentuk dan meandering sungai :



Tabel 4.5 Perubahan Bentuk dan Pola pada Sungai Konto

Pra Erupsi	Pasca Erupsi	Hasil Overlay
		
		
		

Keterangan :



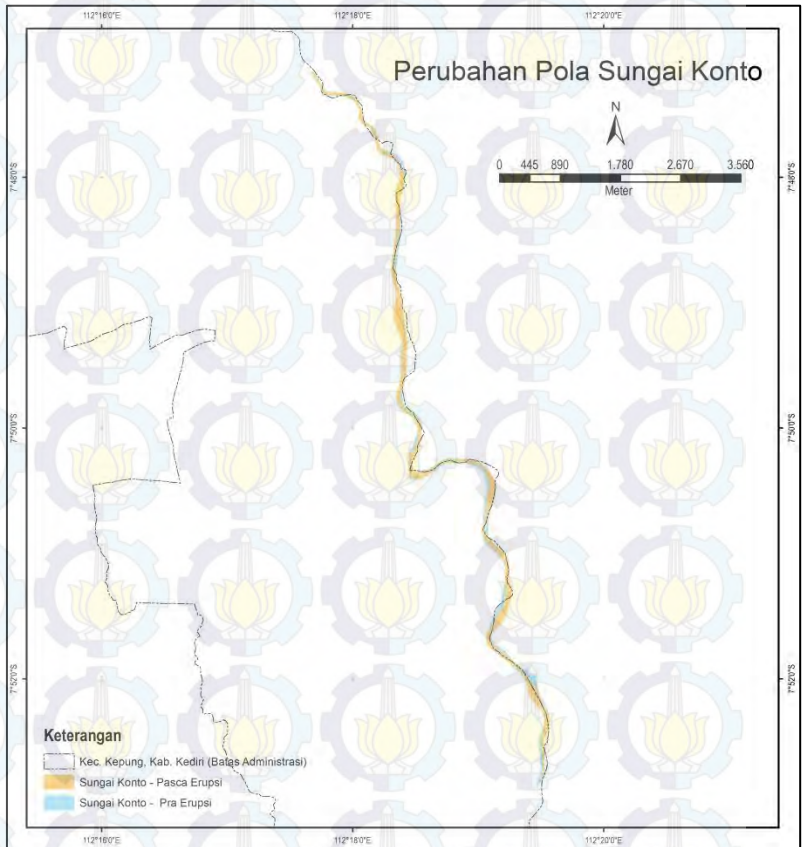
Delineasi Sungai Konto Pasca - Erupsi



Delineasi Sungai Konto Pra - Erupsi

Dari tabel diatas dapat digambarkan perubahan meandering dan bentuk pada sebagian aliran Sungai Konto. Adapun perubahan tersebut banyak terjadi pada lekukan sungai yang tajam, selain itu dari data kontur dan kelerengan sungai perubahan bentuk dan meandering terjadi juga pada sungai yang memiliki

kelereng tajam. Perubahan tersebut akibat adanya tutupan material piroklastik pasca letusan Gunung Kelud, selain itu terjadi pengangkutan sedimen pada saat terjadi banjir lahar hujan. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan perubahan pola Sungai Konto :



Gambar 4.12 Sebagian Aliran Sungai Konto, Pra dan Pasca Erupsi Gunung Kelud 2014

Perubahan luas sungai dan bentuk sungai dapat terlihat setelah dilakukan overlay kepada hasil delineasi bentuk sungai dari citra satelit yang telah dilakukan *directional filtering*. Proses delineasi pada citra satelit resolusi rendah-sedang yang telah dilakukan filter *directional* untuk membantu mengidentifikasi perubahan aspek topografis sebaiknya dilakukan berulang untuk mendapatkan hasil terbaik. Berikut adalah perubahan luas yang terjadi pada sebagian aliran Sungai Konto :

Tabel 4.6 Perubahan Luas Sebagian Aliran Sungai Konto

	Panjang ( m )	Luas ( m <sup>2</sup> )	Perubahan Luas (m <sup>2</sup> )
Sebelum Erupsi	26582.27	889251.104	46565.77
Sesudah Erupsi	26663.75	842685.336	

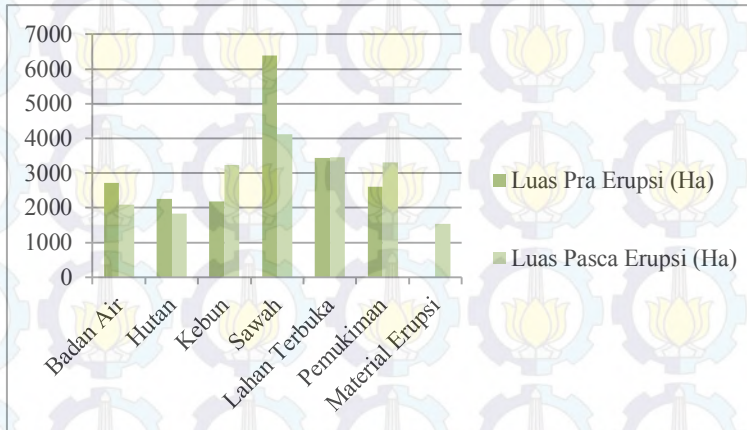
Dari tabel diatas menunjukkan bahwa perubahan luas sungai sebesar 46565.77 m<sup>2</sup> atau seluas 4, 65 Ha. Dengan kata lain, terjadi penyempitan kurang lebih sebesar 5,2 % dari luas maupun panjang Sungai Konto yang mengalir di Wilayah Administrasi Kec. Kepung Kabupaten Kediri sebelum terjadinya. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- Sedimen yang dibawa oleh aliran lahar hujan pasca erupsi Gunung Kelud
- Material Erupsi Gunung Kelud (piroklastik) yang meluncur dan masuk kedalam sungai, sehingga terjadi penyempitan sungai akibat material tersebut.
- Pengembangan wilayah yang dilakukan BP DAS Brantas atau oleh masyarakat disekitar daerah aliran sungai Konto.



#### 4.2.2 Perubahan Tata Guna Lahan

Dari hasil klasifikasi yang dilakukan diperoleh perubahan luas area tata guna lahan dari Bulan Juni tahun 2013 atau sebelum terjadinya Erupsi Gunung Kelud sampai Bulan April tahun 2014 yang ditunjukkan pada grafik berikut ini:



Gambar 4.13 Grafik Perubahan Luas Tata Guna Lahan

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa material erupsi yang dimuntahkan Gunung Kelud di area Sub DAS Konto sampai dengan April 2014 sebesar 1542.69 Ha. Material erupsi ini menimbulkan potensial kerusakan pada kelas lainnya, potensial kerusakan yang terbesar yaitu Sawah, Hutan dan Badan Air (Sungai, Empang, Waduk dan Sejenisnya). Dari Grafik diatas ditunjukkan bahwa kelas Sawah mengalami potensial kerusakan terbesar akibat erupsi Gunung Kelud.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari proses awal pengolahan citra sampai pada tahap analisa, maka didapatkan beberapa hal-hal pokok yang merupakan kesimpulan akhir dari penelitian ini, yaitu :

- a) Directional filtering membuat citra satelit menonjolkan aspek topografis yang berfungsi memisahkan daratan dan sungai atau waduk pada penelitian ini yang selanjutnya dilakukan deliniasi sungai untuk diketahui perubahan pola, bentuk dan luasnya.
- b) Terjadi perubahan luas pada sebagian aliran sungai Konto sepanjang Kecamatan Kepung, Kab. Kediri sejak Juni 2013 (Pra Erupsi Gunung Kelud) sampai April 2014 (Pasca Erupsi Gunung Kelud) sebesar 46565.77 m<sup>2</sup> atau seluas 4.67 Ha. Artinya Sebagian Aliran Sungai Konto di Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri menyempit sekitar 5, 24 % dari yang sebelum erupsi 88,92 Ha menjadi 84,27 Ha setelah terjadi erupsi.
- c) Perubahan tata guna lahan yang dianalisis melalui teknik klasifikasi terselia (*Supervised Classification*) bertujuan memonitoring perubahan luasan kelas lahan yang tertutup material erupsi Gunung Kelud. Didapatkan bahwa material erupsi menutupi kelas lainnya sebesar 1542.69 Ha.
- d) Material erupsi akibat erupsi Gunung Kelud yang menutupi kelas lahan menimbulkan potensial kerusakan pada kelas tersebut, potensial kerusakan yang terbesar ke terndah yaitu Sawah, Hutan dan Badan Air (Sungai, Empang, Waduk dan Sejenisnya).

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan kesimpulan yang diperoleh, saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

- a) Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang perubahan pola dan bentuk serta luasan Sungai Konto menggunakan citra resolusi tinggi untuk memudahkan identifikasi perubahan yang terjadi pasca erupsi gunung api baik dari pola sungai maupun tata guna lahan sehingga meningkatkan aktualitas dan ketelitian dari data yang dihasilkan.
- b) Selain perubahan luasan (X dan Y) perlu juga diteliti terkait sedimentasi (elevasi) terhadap material yang mengendap didalam sungai tersebut. Sehingga dapat dimunculkan kerawanan bahaya terkait banjir lahar juaan akibat erupsi gunung api.

## DAFTAR PUSTAKA

Adry, R. 2009. *Evaluasi Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Kawasan Pesisir Surabaya dan Sidoarjo*. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Andersen, O.L. 2014. *Kelud Volcano, East-Java, Indonesia* <  
[url:http://www.oysteinlundandersen.com/Volcanoes/Kelud/Kelud-Volcano-Indonesia-February-2014.html](http://www.oysteinlundandersen.com/Volcanoes/Kelud/Kelud-Volcano-Indonesia-February-2014.html)>  
dikunjungi pada 9 Januari 2014 Pukul 22.41 WIB.

Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Bahri, Perdi dkk. *Dampak Banjir Lahar Dingin Pasca Erupsi Merapi 2010 Di Kali Gendol*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

BNPB INDONESIA. 2012. *Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Jakarta : BAKORNAS PB.

Cotton, C. A. 1940. *Classification and correlation of River Terraces*. Jour Geomorphology, Vol 3. New York: Grw Hill.

Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta

Dirjen Sumber Daya Air. 2008. *Profil Balai Besar Wilayah Sungai Brantas*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.



ESRI. 2013. Landsat 8 Band Combination. <url : <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>> dikunjungi pada 12 April 2014 Pukul 21.15 WIB.

Emejeru, S.A. 2014. *Effect of Changing Landuse/Landcover Pattern on Traditional Farming System in the Upper Niger Delta Region of Rivers State Nigeria*. Journal of Environment and Earth Science IISTE, Vol.4, No.11.

Fidiyawati, dkk. 2011. *Analisa Perubahan Pola Dan Tata Guna Lahan Sungai Bengawan Solo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal : Studi Kasus Kabupaten Lamongan*. Undergraduate Theses ITS Surabaya.

Gonzalez, R. C., and Woods, R. E. 2008. *Digital Image Processing, third edition*. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice Hall.

Heru, Sigit. 2011. *Pemrosesan Citra Digital*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Jensen. J. R. 1986. *Introduction digital image processing*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.

Kusumosubroto, Haryono. 2006. *Phenomena Aliran Debris Dan Faktor Pembentuknya*. Seminar Diseminasi Teknologi Sabo di Semarang, 31 Mei 2006.

Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Mangelsdorf, J., dan K. Scheurmann. 1980. *Flussmorphologie*.  
Miinchen.: R. Olden-bourg,

Maryono, A. 2005. *Eko-Hidraulik Pembangunan Sungai*.  
Yogyakarta : Magister Teknik Program Pasca Sarjana  
Universitas Gadjah Mada.

Masita, D. 2008. *Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan  
Sistem Informasi Geografis Untuk Pemantauan Kualitas  
Lingkungan Kabupaten Sidoarjo Dampak Lumpur  
Lapindo*. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Papilinski, P. A. 1998. *Directional Filtering in Edge Detection*.  
Australia. Dept. Digital Syst., Monash Univ., Clayton.

Pratomo. 2006. *Klasifikasi Gunung Api Aktif Indonesia, Studi  
Kasus dari Beberapa Letusan Gunung Api dalam  
Sejarah*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 4  
Desember 2006, p 209-227.

Purwadhi, S. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta:  
Grasindo.

Prahasta, Eddy. 2008. *Penginderaan jauh dan pengolahan citra  
dijital dengan perangkat lunak ERMapper*. Bandung:  
Penerbit Informatika.

Prewitt, J.M.S. 1970. *Object enhancement and extraction.  
Picture processing and psychopictories*. (Eds.) B.S.  
lipkin and A. Resenfeld New York: academic Press.

Rampino, M. R., dan S. Self. 1984. *Sulphur-rich volcanism and  
stratosphericaerosols*. Jurnal Nature 310, p677 - 679  
(23 Agustus 1984)

Richards, J.A. 1986. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. new York: Springer-Verlag, pp: 281.

Rovicky. 2010. Bahaya Lahar Hujan : Erosi, Sedimentasi dan Suhu.<url: <http://rovicky.wordpress.com/2010/bahaya-lahar-hujan-erosi-sedimentasi-dan-suhu> > dikunjungi pada 27 Maret 2014 pukul 00.21

Sandy, I. M. 1985. *DAS-Ekosistem Penggunaan Tanah*. Publikasi Direktorat Tata guna Tanah Departemen Dalam Negeri (Publikasi 437).

Sutanto. 1987. *Penginderaan jauh Jilid I*. Gajah Mada University : Fakultas Geografi.

Tim FP UGM. 2014. *Dampak Erupsi Gunung Kelud Terhadap Lahan Pertanian*. Fakultas Pertanian. Yogyakarta : UGM

Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa (2007). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (ed. 3)*. Jakarta: Balai Pustaka. p 778.

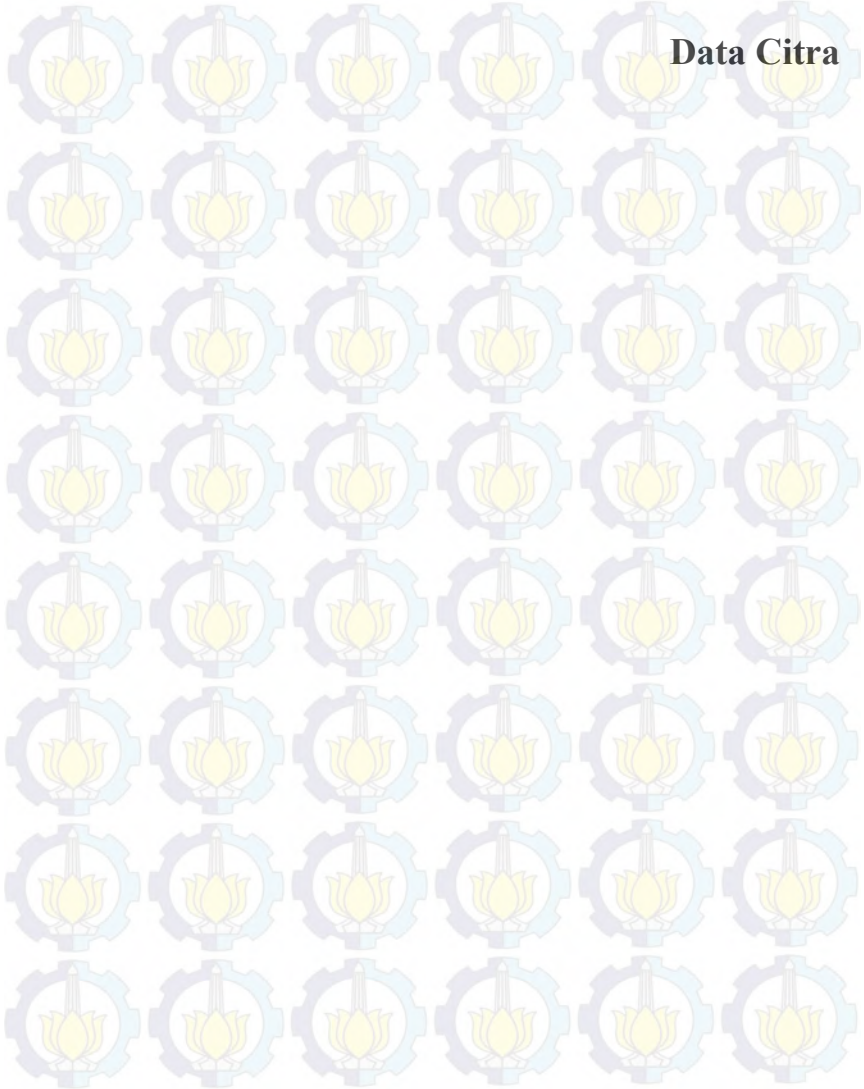
Thoha, A. S. (2008). Karakteristik Citra Satelit. < url : <http://abuhaniyya.files.wordpress.com/2009/02/karakteristik20citra20satelit6>> diakses pada 12 April 2014 pukul 22.00 WIB.

Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air.

USGS,L.(t.thn.).<url:<http://landsat.usgs.gov/Landsat8Product.php> > diakses pada 13 April 2014 pukul 08.15 WIB

# LAMPIRAN 1

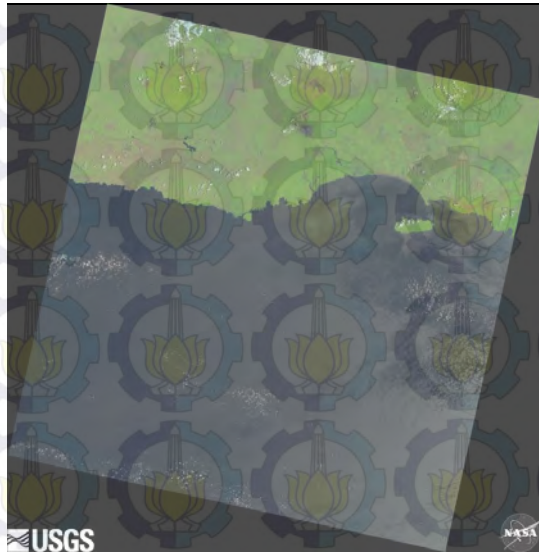
## Data Citra





## 1. Citra Satelit Pra – Erupsi

- Citra Landsat 8 Path/row 118/066 Tanggal Akuisisi 26 Juni 2013



- Citra Landsat 8 Path/row 118/065 Tanggal Akuisisi 28 Juli 2013



## 2. Citra Satelit Pasca – Erupsi

- Citra Landsat 8 Path/row 118/065 Tanggal Akuisisi 10 April 2014

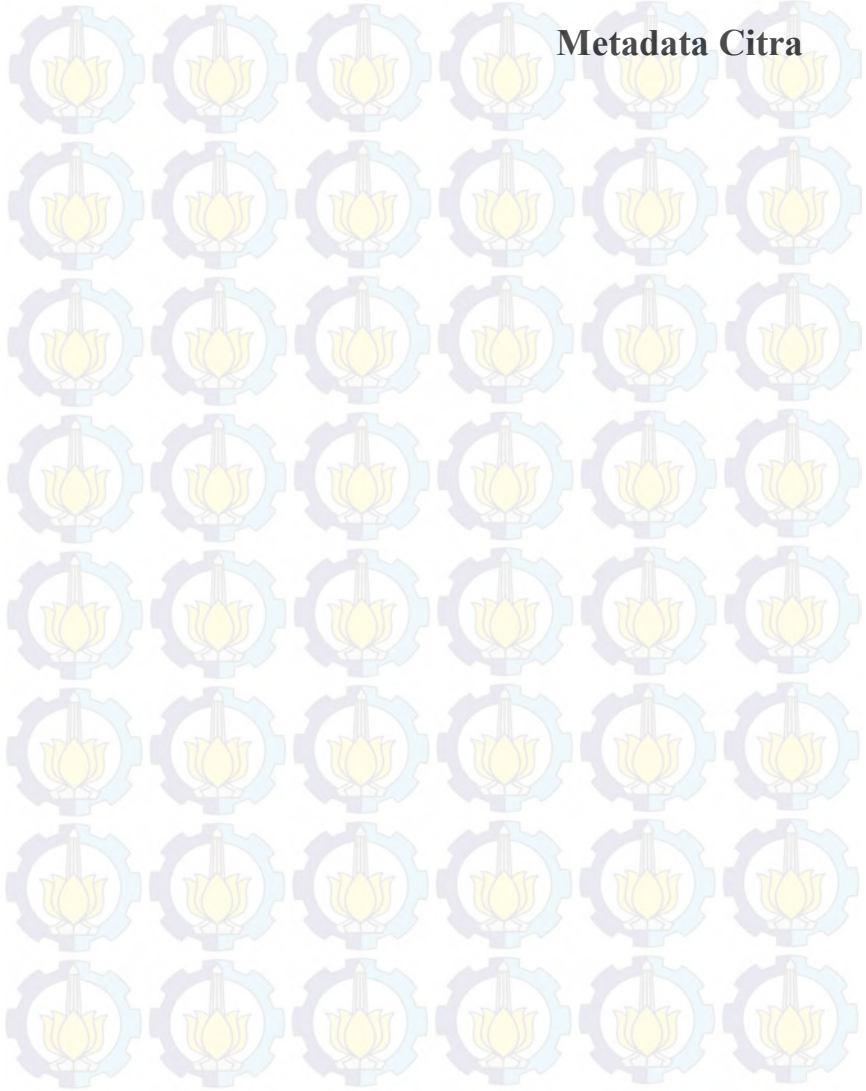


- Citra Landsat 8 Path/row 118/065 Tanggal Akuisisi 26 April 2014



## LAMPIRAN 2

### Metadata Citra



### 3. Citra Satelit Pra – Erupsi

- Citra Landsat 8 Path/row 118/065 Tanggal Akuisisi 28 Juli 2013

GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
REQUEST\_ID = "0101402127978\_00002"  
LANDSAT\_SCENE\_ID = "LC81180652013209LGN00"  
FILE\_DATE = 2014-02-12T06:30:04Z  
STATION\_ID = "LGN"  
PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION = "LPGS\_2.3.0"  
END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP = PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE = "L1T"  
ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 118  
WRS\_ROW = 65  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2013-07-28  
SCENE\_CENTER\_TIME = 02:37:45.2021343Z  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18161  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.07467  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17341  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.14215  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29525  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.07968  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28421  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.15679  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000



CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15581  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7791  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7791  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180652013209LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180652013209LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180652013209LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180652013209LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180652013209LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180652013209LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180652013209LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180652013209LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180652013209LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180652013209LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180652013209LGN00\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180652013209LGN00\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180652013209LGN00\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20130728021428\_20130728023905.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20130728021034\_20130728023958.01"  
CPF\_NAME = "L8CPF20130701\_20130919.05"  
RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20130211\_20431231v09.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 2.50  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 47.18226527

SUN\_ELEVATION = 51.20922153

EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0154079

GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 283

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 8.186

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 5.690

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.885

END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES

GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 737.17120

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -60.87584

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 754.87225

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.33760

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 695.60834

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.44357

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 586.57617

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.43965

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 358.95535

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.64265

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.26893

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.37186

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.08841

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.48471

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 663.84277

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -54.82035

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 140.28789

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.58502

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033

END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE

GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1

END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE

GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING

RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2178E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2470E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1491E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.6899E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9297E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4747E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 4.9704E-04

RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.0966E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3175E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04

RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04

RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -60.88801

RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.35007

RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.45505

RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.44934

RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.64858

RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.37333

RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.48521

RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -54.83132

RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.58734

RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000

RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000



REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_8 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_9 = -0.100000  
END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 774.89  
K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 480.89  
K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1321.08  
K2\_CONSTANT\_BAND\_11 = 1201.14  
END\_GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
MAP\_PROJECTION = "UTM"  
DATUM = "WGS84"  
ELLIPSOID = "WGS84"  
UTM\_ZONE = 49  
GRID\_CELL\_SIZE\_PANCHROMATIC = 15.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_REFLECTIVE = 30.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_THERMAL = 30.00  
ORIENTATION = "NORTH\_UP"  
RESAMPLING\_OPTION = "CUBIC\_CONVOLUTION"  
END\_GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
END\_GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
END

- Citra Landsat 8 Path/row 118/066 Tanggal Akuisisi 26 Juni 2013

GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
REQUEST\_ID = "0101402064560\_00001"  
LANDSAT\_SCENE\_ID = "LC81180662013177LGN01"  
FILE\_DATE = 2014-02-07T01:54:06Z

STATION\_ID = "LGN"  
PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION = "LPGS\_2.3.0"  
END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP = PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE = "L1T"  
ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 118  
WRS\_ROW = 66  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 66  
DATE\_ACQUIRED = 2013-06-26  
SCENE\_CENTER\_TIME = 02:38:06.3376453Z  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -7.62847  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 111.76519  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -7.61983  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 113.83933  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -9.73944  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 111.76948  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -9.72837  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 113.85523  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 584400.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -843300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 813300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -843300.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 584400.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -1076700.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 813300.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -1076700.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15561  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7781  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7781  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180662013177LGN01\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180662013177LGN01\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180662013177LGN01\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180662013177LGN01\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180662013177LGN01\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180662013177LGN01\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180662013177LGN01\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180662013177LGN01\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180662013177LGN01\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180662013177LGN01\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180662013177LGN01\_B11.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180662013177LGN01\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180662013177LGN01\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI = "L08BPF20130626021425\_20130626023902.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20130626021031\_20130626023955.01"  
CPF\_NAME = "L8CPF20130401\_20130627.08"

RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20130211\_20431231v09.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 7.81  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 40.37331524  
SUN\_ELEVATION = 47.67239643  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0164707  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 149  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 7.355  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 5.159  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.243  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 735.63037  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -60.74859  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 753.29443  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -62.20730  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 694.15442  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -57.32350  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 585.35010  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -48.33840  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 358.20508  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -29.58069  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 89.08234  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.35645  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.02552  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.47952  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 662.45520  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -54.70577  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 139.99466  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.56080  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980



REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2152E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2444E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1467E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.6696E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 5.9173E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.4716E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 4.9600E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.0943E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3126E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -60.76075  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -62.21974  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -57.33496  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -48.34807  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -29.58661  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.35792  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.48001  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -54.71671  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.56312  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05



```

REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

## 2. Citra Satelit Pasca - Erupsi

- Citra Landsat 8 Path/row 118/066 Tanggal Akuisisi 10 April 2014

```

GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "0501404091619_00015"
LANDSAT_SCENE_ID = "LC81180662014100LGN00"
FILE_DATE = 2014-04-10T05:03:52Z
STATION_ID = "LGN"
PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.3.0"

```

END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP = PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE = "L1T"  
ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 118  
WRS\_ROW = 66  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 66  
DATE\_ACQUIRED = 2014-04-10  
SCENE\_CENTER\_TIME = 02:36:15.2379341Z  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -7.62848  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 111.76247  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -7.61985  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 113.83662  
CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -9.73944  
CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 111.76674  
CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -9.72839  
CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 113.85250  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 584100.000  
CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -843300.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 813000.000  
CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -843300.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 584100.000  
CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -1076700.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 813000.000  
CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -1076700.000  
PANCHROMATIC\_LINES = 15561  
PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261  
REFLECTIVE\_LINES = 7781  
REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631  
THERMAL\_LINES = 7781  
THERMAL\_SAMPLES = 7631  
FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180662014100LGN00\_B1.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180662014100LGN00\_B2.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180662014100LGN00\_B3.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180662014100LGN00\_B4.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180662014100LGN00\_B5.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180662014100LGN00\_B6.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180662014100LGN00\_B7.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180662014100LGN00\_B8.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180662014100LGN00\_B9.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180662014100LGN00\_B10.TIF"  
FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180662014100LGN00\_B11.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180662014100LGN00\_BQA.TIF"  
METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180662014100LGN00\_MTL.txt"  
BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20140410021258\_20140410025309.01"  
BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20140410020904\_20140410025402.01"  
CPF\_NAME = "L8CPF20140401\_20140630.01"  
RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20130211\_20431231v09.h5"  
END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA  
GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
CLOUD\_COVER = 5.81  
IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9  
IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9  
ROLL\_ANGLE = -0.001  
SUN\_AZIMUTH = 60.62500048  
SUN\_ELEVATION = 57.16492557  
EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0017354  
GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 146  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 8.014  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 5.711  
GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 5.623  
END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES  
GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 757.43140  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -62.54893  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 775.61902  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -64.05087  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 714.72626  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -59.02233  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 602.69745  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -49.77095  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 368.82080  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -30.45734  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 91.72237  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.57446  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.91535  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.55300  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 682.08765  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -56.32702  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 144.14352  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.90342  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033  
RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180  
RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980



REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980  
REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700  
REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE  
GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1  
QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535  
QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1  
END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE  
GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2512E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2813E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1807E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.9562E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 6.0927E-03



RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.5152E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 5.1070E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.1268E-02  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3812E-03  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -62.56144  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -64.06368  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -59.03414  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -49.78091  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -30.46343  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.57598  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.55351  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -56.33829  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.90580  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000  
RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_8 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_9 = -0.100000  
END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 774.89  
K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 480.89  
K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1321.08  
K2\_CONSTANT\_BAND\_11 = 1201.14  
END\_GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
MAP\_PROJECTION = "UTM"  
DATUM = "WGS84"  
ELLIPSOID = "WGS84"  
UTM\_ZONE = 49

GRID\_CELL\_SIZE\_PANCHROMATIC = 15.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_REFLECTIVE = 30.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_THERMAL = 30.00  
ORIENTATION = "NORTH\_UP"  
RESAMPLING\_OPTION = "CUBIC\_CONVOLUTION"  
END\_GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
END\_GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
END

- Citra Landsat 8 Path/row 118/066 Tanggal Akuisisi 26 April 2014

GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"  
REQUEST\_ID = "0501404258199\_00003"  
LANDSAT\_SCENE\_ID = "LC81180652014116LGN00"  
FILE\_DATE = 2014-04-26T04:51:27Z  
STATION\_ID = "LGN"  
PROCESSING\_SOFTWARE\_VERSION = "LPGS\_2.3.0"  
END\_GROUP = METADATA\_FILE\_INFO  
GROUP = PRODUCT\_METADATA  
DATA\_TYPE = "L1T"  
ELEVATION\_SOURCE = "GLS2000"  
OUTPUT\_FORMAT = "GEOTIFF"  
SPACECRAFT\_ID = "LANDSAT\_8"  
SENSOR\_ID = "OLI\_TIRS"  
WRS\_PATH = 118  
WRS\_ROW = 65  
NADIR\_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET\_WRS\_PATH = 118  
TARGET\_WRS\_ROW = 65  
DATE\_ACQUIRED = 2014-04-26  
SCENE\_CENTER\_TIME = 02:35:35.7319499Z  
CORNER\_UL\_LAT\_PRODUCT = -6.18161  
CORNER\_UL\_LON\_PRODUCT = 112.07467  
CORNER\_UR\_LAT\_PRODUCT = -6.17341  
CORNER\_UR\_LON\_PRODUCT = 114.14215

CORNER\_LL\_LAT\_PRODUCT = -8.29525

CORNER\_LL\_LON\_PRODUCT = 112.07968

CORNER\_LR\_LAT\_PRODUCT = -8.28421

CORNER\_LR\_LON\_PRODUCT = 114.15679

CORNER\_UL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000

CORNER\_UL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000

CORNER\_UR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000

CORNER\_UR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -683400.000

CORNER\_LL\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 618900.000

CORNER\_LL\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000

CORNER\_LR\_PROJECTION\_X\_PRODUCT = 847800.000

CORNER\_LR\_PROJECTION\_Y\_PRODUCT = -917100.000

PANCHROMATIC\_LINES = 15581

PANCHROMATIC\_SAMPLES = 15261

REFLECTIVE\_LINES = 7791

REFLECTIVE\_SAMPLES = 7631

THERMAL\_LINES = 7791

THERMAL\_SAMPLES = 7631

FILE\_NAME\_BAND\_1 = "LC81180652014116LGN00\_B1.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_2 = "LC81180652014116LGN00\_B2.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_3 = "LC81180652014116LGN00\_B3.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_4 = "LC81180652014116LGN00\_B4.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_5 = "LC81180652014116LGN00\_B5.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_6 = "LC81180652014116LGN00\_B6.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_7 = "LC81180652014116LGN00\_B7.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_8 = "LC81180652014116LGN00\_B8.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_9 = "LC81180652014116LGN00\_B9.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_10 = "LC81180652014116LGN00\_B10.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_11 = "LC81180652014116LGN00\_B11.TIF"

FILE\_NAME\_BAND\_QUALITY = "LC81180652014116LGN00\_BQA.TIF"

METADATA\_FILE\_NAME = "LC81180652014116LGN00\_MTL.txt"

BPF\_NAME\_OLI = "LO8BPF20140426021242\_20140426023655.01"

BPF\_NAME\_TIRS = "LT8BPF20140426020848\_20140426023748.01"

CPF\_NAME = "L8CPF20140401\_20140630.01"

RLUT\_FILE\_NAME = "L8RLUT20130211\_20431231v09.h5"

END\_GROUP = PRODUCT\_METADATA

GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES

CLOUD\_COVER = 16.90

IMAGE\_QUALITY\_OLI = 9

IMAGE\_QUALITY\_TIRS = 9

ROLL\_ANGLE = -0.001

SUN\_AZIMUTH = 52.93106299

SUN\_ELEVATION = 55.81094262

EARTH\_SUN\_DISTANCE = 1.0061991

GROUND\_CONTROL\_POINTS\_MODEL = 155

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL = 9.089

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_Y = 6.333

GEOMETRIC\_RMSE\_MODEL\_X = 6.519

END\_GROUP = IMAGE\_ATTRIBUTES

GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 750.72614

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -61.99521

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 768.75269

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -63.48385

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 708.39905

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -58.49982

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 597.36200

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -49.33035

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 365.55576

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -30.18771

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 90.91039

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -7.50741

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 30.64167

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -2.53040

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 676.04938

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -55.82838

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 142.86748

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -11.79804

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_10 = 22.00180

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_10 = 0.10033

RADIANCE\_MAXIMUM\_BAND\_11 = 22.00180

RADIANCE\_MINIMUM\_BAND\_11 = 0.10033



END\_GROUP = MIN\_MAX\_RADIANCE

GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_1 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_1 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_2 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_2 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_3 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_3 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_4 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_4 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_5 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_5 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_6 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_6 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_7 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_7 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_8 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_8 = -0.099980

REFLECTANCE\_MAXIMUM\_BAND\_9 = 1.210700

REFLECTANCE\_MINIMUM\_BAND\_9 = -0.099980

END\_GROUP = MIN\_MAX\_REFLECTANCE

GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_1 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_1 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_2 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_2 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_3 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_3 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_4 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_4 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_5 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_5 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_6 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_6 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_7 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_7 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_8 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_8 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_9 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_9 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_10 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_10 = 1

QUANTIZE\_CAL\_MAX\_BAND\_11 = 65535

QUANTIZE\_CAL\_MIN\_BAND\_11 = 1

END\_GROUP = MIN\_MAX\_PIXEL\_VALUE

GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING

RADIANCE\_MULT\_BAND\_1 = 1.2402E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_2 = 1.2699E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_3 = 1.1702E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_4 = 9.8680E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_5 = 6.0388E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_6 = 1.5018E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_7 = 5.0618E-04

RADIANCE\_MULT\_BAND\_8 = 1.1168E-02

RADIANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.3601E-03

RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 = 3.3420E-04

RADIANCE\_MULT\_BAND\_11 = 3.3420E-04

RADIANCE\_ADD\_BAND\_1 = -62.00761

RADIANCE\_ADD\_BAND\_2 = -63.49655

RADIANCE\_ADD\_BAND\_3 = -58.51153

RADIANCE\_ADD\_BAND\_4 = -49.34021

RADIANCE\_ADD\_BAND\_5 = -30.19375

RADIANCE\_ADD\_BAND\_6 = -7.50891

RADIANCE\_ADD\_BAND\_7 = -2.53091

RADIANCE\_ADD\_BAND\_8 = -55.83954

RADIANCE\_ADD\_BAND\_9 = -11.80040

RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 = 0.10000

RADIANCE\_ADD\_BAND\_11 = 0.10000

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_1 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_2 = 2.0000E-05

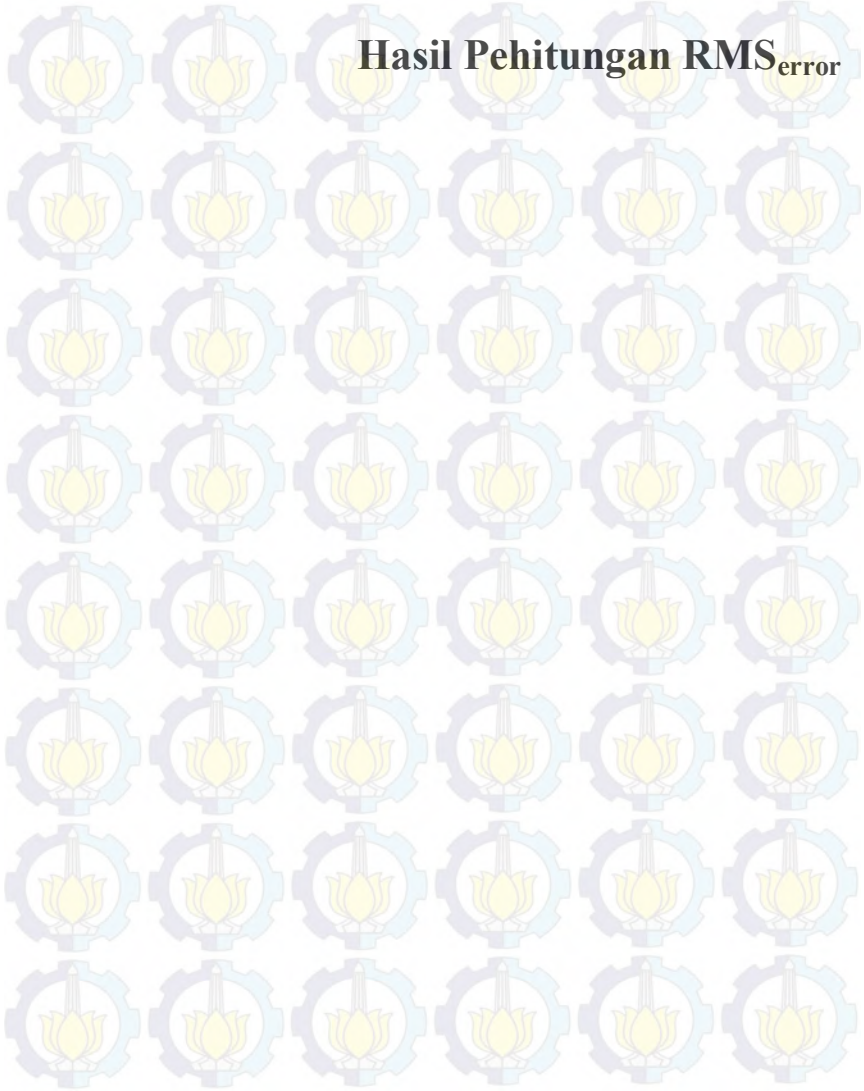
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_3 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_4 = 2.0000E-05

REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_5 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_6 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_7 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_8 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_9 = 2.0000E-05  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_1 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_2 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_3 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_4 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_5 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_6 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_7 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_8 = -0.100000  
REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_9 = -0.100000  
END\_GROUP = RADIOMETRIC\_RESCALING  
GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 774.89  
K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 480.89  
K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1321.08  
K2\_CONSTANT\_BAND\_11 = 1201.14  
END\_GROUP = TIRS\_THERMAL\_CONSTANTS  
GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
MAP\_PROJECTION = "UTM"  
DATUM = "WGS84"  
ELLIPSOID = "WGS84"  
UTM\_ZONE = 49  
GRID\_CELL\_SIZE\_PANCHROMATIC = 15.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_REFLECTIVE = 30.00  
GRID\_CELL\_SIZE\_THERMAL = 30.00  
ORIENTATION = "NORTH\_UP"  
RESAMPLING\_OPTION = "CUBIC\_CONVOLUTION"  
END\_GROUP = PROJECTION\_PARAMETERS  
END\_GROUP = L1\_METADATA\_FILE  
END

## LAMPIRAN 3

### Hasil Pehitungan $RMS_{error}$





### Citra Landsat 8 Pra-Erupsi

ACTUAL		PREDICTED		RMS
Cell X	Cell Y	Cell X	Cell Y	
783.42	1340.145	783.33	1339.672	0.4814
733.987	1477.77	734.034	1478.059	0.2926
698.951	1129.385	699.35	1129.181	0.4486
717.221	1208.718	716.969	1208.588	0.2846
712.73	1053.304	712.474	1054.167	0.9005
642.908	952.217	642.896	951.871	0.3454
293.766	569.832	293.732	569.937	0.1106
399.736	637.587	399.789	637.503	0.0994
762.242	1136.43	762.447	1136.457	0.2074
585.14	904.077	585.024	904.108	0.121
510.292	802.611	510.348	802.553	0.0802
225.163	243.921	225.165	243.901	0.0204
Rata2 RMS Error				0.28268

### Citra Landsat 8 Pasca-Erupsi

ACTUAL		PREDICTED		RMS
Cell X	Cell Y	Cell X	Cell Y	
707.09	1170.847	706.812	1170.903	0.284
848.085	1168.287	848.083	1168.304	0.0165
583.664	902.018	583.458	902.207	0.2796
303.442	515.769	303.548	516.289	0.53
162.833	247.742	162.819	247.686	0.0579
412.748	711.631	412.917	711.262	0.4067
784.313	1410.058	784.309	1410.196	0.138
755.658	1253.301	755.888	1253.03	0.3556
676.373	1027.628	676.48	1027.676	0.1171
515.664	799.236	515.657	799.111	0.1248
217.139	412.262	217.015	412.152	0.1654
222.412	195.942	222.433	195.906	0.0419
Rata2 RMS Error				0.209792



## **LAMPIRAN 4**

### **Hasil Pehitungan Uji Ketelitian Klasifikasi**

### Confussion Matrices dan Hasil Uji Ketelitian Klasifikasi

Overall Accuracy : 0.86514936 = 86.51 %  
 Kappa Coefficient : 0.8213

### Confussion Matrices (Pixels)

Class	Hutan	Badan Air	Pemukiman	Sawah	Perkebunan	L. Terbuka	Total
Hutan	1252	0	0	17	0	0	1269
Badan Air	0	120	0	0	12	0	132
Pemukiman	1	0	316	9	0	142	468
Sawah	154	0	30	104	2	56	346
Perkebunan	0	10	0	0	508	1	519
Lahan Terbuka	0	0	22	15	3	741	781
Total	1407	130	368	145	525	940	3515

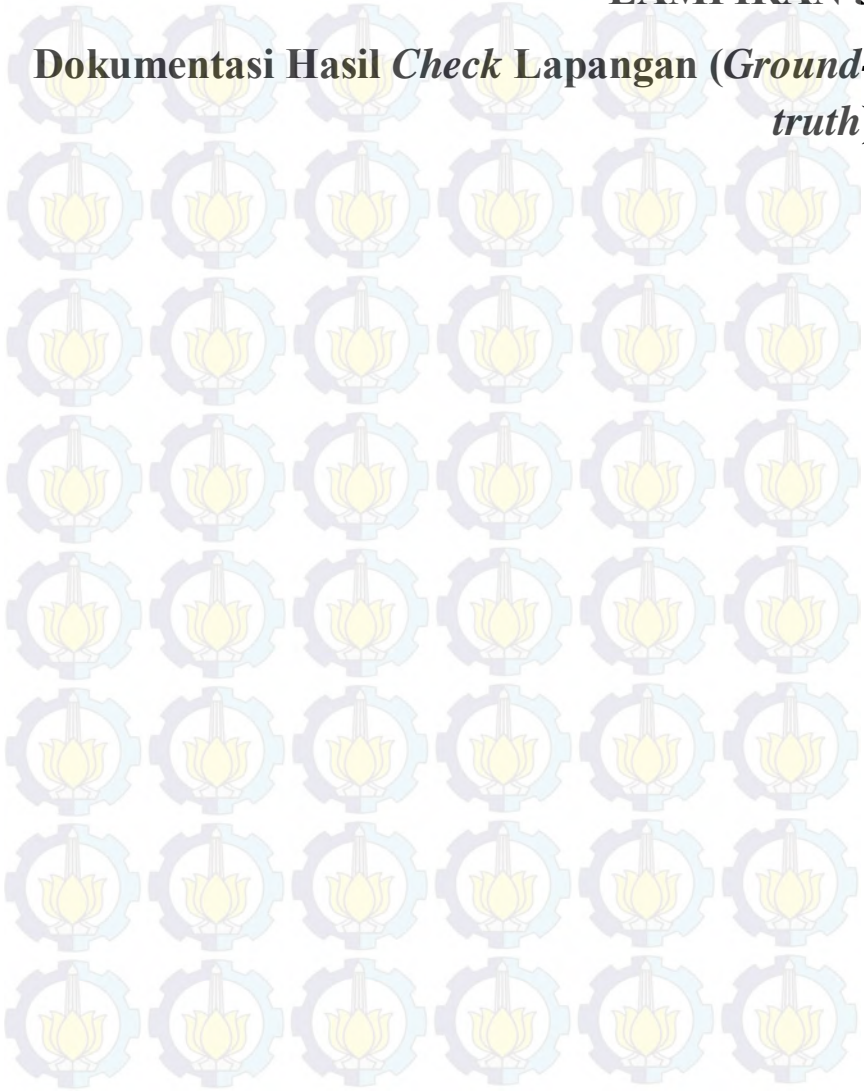


Confussion Matrices (Percent)

Class	Hutan	Badan Air	Pemukiman	Sawah	Perkebunan	Lahan Terbuka	Total
Hutan	88.98	0	0	11.72	0	0	36.1
Badan Air	0	92.31	0	0	2.29	0	3.76
Pemukiman	0.07	0	85.87	6.21	0	15.11	13.31
Sawah	10.95	0	8.15	71.72	0.38	5.96	9.84
Perkebunan	0	7.69	0	0	96.76	0.11	14.77
Lahan Terbuka	0	0	5.98	10.34	0.57	78.83	22.22
Total	100	100	100	100	100	100	100

## LAMPIRAN 5

### Dokumentasi Hasil *Check Lapangan* (*Ground-truth*)



Nama Obyek	Foto	Koordinat (SUTM 49S-WGS 84)		Lokasi
		N	E	
Sawah		9153015	636215	Desa Jombok, Kec. Ngoro, Kab. Jombang
Badan Air		9152955	636180	Desa Jombok, Kec. Ngoro, Kab. Jombang
Badan Air		9150330	637616	Kec. Ngoro, Kab. Jombang
Kebun		9150331	637563	Kec. Ngoro, Kab. Jombang
Badan Air		9147384	640777	DAM Gangsiran, Kec Kandangan, Kab. Kediri
Sawah		9144342	641014	Kec. Kandangan, Kab. Kediri

Nama Obyek	Foto	Koordinat (SUTM 49S-WGS 84)		Lokasi
		N	E	
Badan Air		9142076	641015	Jembatan Konto, Kec. Kepung, Kab Kediri
Pemukiman		9142333	641699	Kec. Kandangan, Kab. Kediri
Kebun		9139610	638955	Kec. Kepung, Kab. Kediri
Lahan Terbuka		9141432	640262	Kec. Kepung Kab. Kediri
Hutan		9137879	644362	Kec. Ngantang Kab. Malang
Material Erupsi		9142068	641011	Sungai Konto, Kec. Kepung, Kab. Kediri





## **LAMPIRAN 6**

### **Peta Hasil Perubahan Pola Sungai Konto dan Peta Perubahan Tata Guna Lahan di Area Sub DAS Konto**



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



**Syahridzal Putra Arinta.** Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara. Lahir pada Sabtu, 6 Februari 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal tingkat atas di SMAN 1 Sooko, Kab Mojokerto dan lulus pada tahun 2010. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti program SNMPTN dan diterima di Jurusan Teknik Geomatika-FTSP ITS Surabaya pada tahun 2010 dengan NRP

3510100047. Di Jurusan Teknik Geomatika, penulis memilih fokus penelitian Penginderaan Jauh, Bidang Studi Geospasial. Penulis telah melakukan Kerja Praktik di Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada Bidang Data Geospasial, Pusat Data, Informasi dan Humas. Penulis menyelesaikan program sarjana di ITS dengan Tugas Akhir Penggunaan Citra Satelit Multi-Temporal Untuk Kajian Perubahan Pola Sungai dan Lahan di Sekitar Aliran Sungai Pasca Erupsi Gunung Api (Studi Kasus: Sub DAS Konto). Penulis aktif dalam keanggotaan organisasi Himpunan Mahasiswa Geomatika ITS (HIMAGE-ITS) sebagai Staff Departemen Dalam Negeri pada tahun kepengurusan 2011-2012 dan Kepala Bidang Internal pada tahun kepengurusan 2012-2013. Selain itu penulis juga ikut terlibat pada beberapa *project* antara lain : Stock opname penentuan volume bahan baku di gudang pabrik PT. Petrokimia Gresik (2014), Survey Bathymetri dan *Long-Cross Section* untuk pemasangan *break-water* di Pulau Derawan, Kaltim (2014). Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* di syah32@gmail.com.



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*